VOLUME 06

PODER JUDICIÁRIO

JUSTIÇA FEDERAL

ETIQUETA DE CÓDIGO DE BARRAS

AUTUAÇÃO NA PRIMEIRA INSTÂNCIA

Processo:25779-77.2010.4.01.3900 prot.:24/08/2010 14:46:5
Classe :7100 - ACAO CIVIL PUBLICA
Objeto :01.21.01.00 - REVOGACAO/CONCESSAO DE LICENCA AMBIENTAL - MEIO AMBIENTE - DIREITO ADMINISTRATIVO E OUTRAS MATERIAS DO DIREITO PUBLICO
Reqte :MINISTERIO PUBLICO FEDERAL
Proc. :RODRIGO TIMOTEO DA COSTA E SILVA
Reqdo :ELETROBRAS E OUTROS
Advg. :PA00010835-NORIKO ALVES SHIMON
9A VARA FEDERAL DISTRIBUICAO MANUAL em 26/08/2010
obs :DECLARACAO DE NULIDADE DE DECISAO , REGISTRO DE ESTUDO DE VIABILIDADE E ACEITE DE EIA/RIMA

TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL DA PRIMEIRA REGIÃO

AUTUAÇÃO NA SEGUNDA INSTÂNCIA

ETIQUETA DE CÓDIGO DE BARRAS

2009.39.03.000326-2

6

PODER JUDICIÁRIO

JUSTIÇA FEDERAL

JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO PARÁ

Processo:2009.39.03.000326-2 prot.:28/05/2009 17:51:00
Classe :7100 - ACAO CIVIL PUBLICA
Objeto :01.21.01.00 - REVOGACAO/CONCESSAO DE LICENCA AMBIENTAL - MEIO AMBIENTE - DIREITO ADMINISTRATIVO E OUTRAS MATERIAS DO DIREITO PUBLICO
Reqte :MINISTERIO PUBLICO FEDERAL
Proc. :RODRIGO TIMOTEO DA COSTA E SILVA
Reqdo :ELETROBRAS E OUTROS
Advg. :PA00010808-NORIKO ALVES SHIMON
VARA UNICA DE ALTAMIRA DISTRIBUICAO AUTOMATICA em 29/05

TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL DA PRIMEIRA REGIÃO

2009.39.03.000326-2

PODER JUDICIÁRIO PCTT:
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

2009.39.03.000326-2

PROCESSO N°: 2009.39.03.000326-2

TERMO DE ABERTURA DE VOLUME DE AUTOS

Ao 07 dias do mês de outubro de 2009, procedi à abertura do 6° volume destes autos, à folha 1251. Dou fé.

Daniela R dos Santos

Daniela Ribeiro dos Santos
Estagiaria – mat. 430es

ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Volume total:

$V_{rad} = V_{rca} + V_{rcr} + V_{res} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$$ **#DIV/0!** m³

Sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{rai} = \left(B_{ca} - 6 + 0{,}6 \times h_{rai}\right) \times h_{rai}$$

com:

$B_{ca} = B_{ad} =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{ca} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	===>	$V_{ra0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	===>	$V_{ra1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	===>	$V_{ra2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$$ m³

Sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{rri} = \left(B_{cr} - 6 + 0{,}6 \times h_{rri}\right) \times h_{rri}$$

com:

$B_{cr} = B_{ad} =$ 2,00 m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	===>	$V_{rr0} =$	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	===>	$V_{rr1} =$	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	===>	$V_{rr2} =$	m³

Acréscimo de volume de escavação em rocha devido às adufas:

$$V_{res} = \left[m_l \times H_{ba} \times \left(El_{te} - e_{te} - El_{ca}\right) + 17\right] \times B_{ad} =$$ **#DIV/0!** m³

Sendo:

$H_{ba} = El_{cr} - \left(El_{ca} - 1{,}5\right) =$ 1,50

CONCRETO

Acréscimo de volume de concreto devido a adufas:

$V_{cad} = V_{cac} + V_{cpl} - V_{cae} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de concreto de parte da soleira das adufas:

$V_{cac} = (0{,}24 \times H_{ad} + 15) \times B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto dos pilares das adufas a montante do paramento da barragem:

$V_{cpl} = (0{,}16 \times H_{ad}^2 + 2{,}7 \times H_{ad} + 8) \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto das entradas das adufas:

$V_{cae} = (0{,}38 \times H_{ad} + 0{,}2) \times H_{ad} \times N_{ad} \times B_{1ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto com taxas de cimento e armadura maiores que as da barragem:

$V_{cen} = V_{cet} + V_{ces} + V_{cep} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto da laje acima das adufas:

$V_{cel} = m_j \times (H_{ba} - H_{ad} - 1{,}5) \times 0{,}25 \times H_{ad} \times B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto da soleira das adufas:

$V_{ces} = (1{,}5 \times m_j \times H_{ba}) \times B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto dos pilares entre as adufas:

$$V_{cep} = m_j \times \left(H_{ba} - \frac{H_{ad}}{2} - 1{,}5\right) \times H_{ad} \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} - V_{cac} =$$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto convencional que substitui o compactado com rolo:

$$V_{ccs} = m_j \times \left(H_{ba} \times d_6 - \frac{d_6^2}{2} - \frac{H_{ba}}{2}\right) \times B_{ad} - V_{cae} =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo: $d_6 = 1{,}25 \times H_{ad} + 1{,}5 =$ #DIV/0! m

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: BARRAGEM DE CCR COM ADUFAS DE DESVIO	Verificação:

d) EQUIPAMENTOS DAS ADUFAS DE DESVIO

Carga hidrostática máxima na soleira da comporta: $H_x = NA_{max} - El_{sa} =$ m

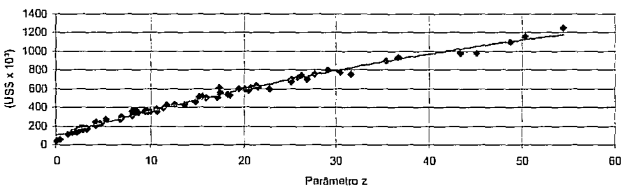
Parâmetro: $z = \frac{B_{ad}^2 \times H_{ad} \times H_x}{1000} =$!DIV/0!

▹ COMPORTAS DE EMERGÊNCIA

Preço de aquisição: (do gráfico B.23)

$\$ = -138,2 \times z^2 + 27.333 \times z + 100.680 =$ **#DIV/0! US$** (para $0,1 \leq z \leq 55$)

Gráfico B.23 - Custo de Comportas do Tipo Vagão

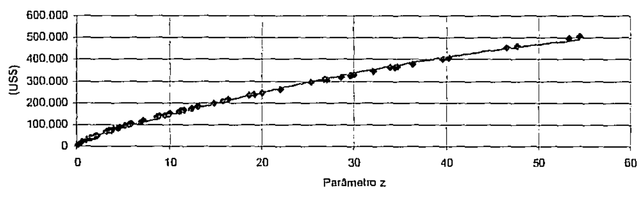


▹ COMPORTAS DE FECHAMENTO

Preço de aquisição: (do gráfico B.25)

$\$ = 77 \times z^2 + 12.781 \times z + 23.323 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0,1 \leq z \leq 55$)

Gráfico B.25 - Custo de Comporta Ensecadeira de Fundo



▹ PARTES FIXAS

Preço global de aquisição:

$\$ = 2 \times N_{ad} \times (H_x + H_{bl}) \times 800 =$ **US$**

▹ GUINDASTE

Usar grua de construção

9. VOLUME TOTAL DE CONCRETO

$V_{cb} = V_{cd} + V_{cp} + V_{cc} + V_{ct} + V_{cr} =$ m³

Volume de concreto de regularização:
$V_{cd} =$ m³

Volume de concreto do paramento:
$V_{cp} =$ m³

Volume de concreto do coroamento:
$V_{cci} =$ 8,00 m³/m
$V_{cc} = V_{cci} \times L_b =$ m³

Volume de concreto do parapeito:
$V_{cti} =$ 2,50 m³/m
$V_{ct} = V_{cti} \times L_b =$ m³

Volume de concreto compactado com rolo:
$V_{cr} =$ m³

10. CONCLUSÃO

VOLUME DE ESCAVAÇÃO EM TERRA:	$V_t =$		m³
VOLUME DE ESCAVAÇÃO EM ROCHA:	$V_r =$	#DIV/0!	m³
ÁREA DE LIMPEZA E TRAT. DE FUNDAÇÃO:	$A_{lf} =$		m²
COMPRIMENTO DA CORTINA DE INJEÇÃO:	$L_{if} =$		m

CUSTO TOTAL DE LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO:

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{if} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{tlf} = C_{lf} \times A_{lf} + C_{if} \times L_{if} + C_{ic} \times L_{if} =$ US$

CONCRETO:

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Parapeito	300	100
Paramento	250	80
Coroamento	250	50
Regularização	200	
Soleira e entradas das adufas	200	10
Pilares	250	80
Com taxas diferentes	50	60
CCR	100	

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Parapeito				188,00	
Paramento				93,00	
Coroamento				45,00	
Regularização				45,00	
Soleira e entradas das adufas	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	69,00	#DIV/0!
Pilares	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	69,00	#DIV/0!
Com taxas diferentes	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	69,00	#DIV/0!
CCR	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	30,00	#DIV/0!
TOTAL CC			**#DIV/0!**		**#DIV/0!**
CCR	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**		**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

11. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.17.26	BARRAGENS DE CONCRETO CONVENCIONAL E CCR				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.12.10	Comum	m³		3,40		
.12.17.26.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.13	Limpeza e tratamento de fundação	m²	1			
.12.17.26.14	Concreto Convencional	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.14.13	Cimento	t		165,00		
.12.17.26.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.14.15	Armadura	t		1.420,00		
.12.17.26.99	Concreto Compactado a Rolo	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.99.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.99.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	30,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.99.15	Armadura	t	#DIV/0!		#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.26.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

1. DADOS BÁSICOS:

NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
m_m =		m	(Declividade do talude de montante, distância horizontal para um desnível de 1,0m)
m_j =		m	(Declividade do talude de jusante, distância horizontal para um desnível de 1,0m)
H_{bl} =		m	(Altura de borda livre: 3 - para barragem com altura máxima inferior a 20 m e reservatório com área inferior a 50 km^2; 4 - para os demais casos)
N =			(Número de seções)

(Entrar com os dados das seções na primeira tabela de cálculo apresentada a seguir - item 4. Volumes de Escavação e Área de Limpeza de Fundaç

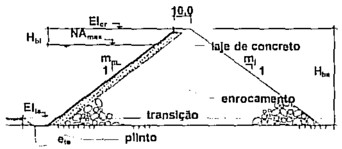


Fig. 5.8.4.04 Seção típica de barragem de enrocamento com face de concreto

2. COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

$$El_{cr} = NA_{max} + H_{bl} =$$

3. EQUAÇÕES APLICADAS NAS TABELAS DE QUANTIFICAÇÃO

COMPRIMENTO DA BARRAGEM: $L_{ba} = \sum_i \Delta L_i$

ALTURA DA BARRAGEM: $H_{bai} = El_{cr} - (El_{lei} - e_{tei})$

ESCAVAÇÃO COMUM: $V_{li} = \left[(m_m + m_j) \times H_{bai} + 33 + e_{tei}\right] \times e_{tei}$

LIMPEZA DE FUNDAÇÃO: $A_{lfi} = (m_m + m_j) \cdot H_{bai} + 13$

CORTINA DE INJEÇÃO: $L_{tfi} = \frac{1}{3,0} \times (H_{bai} - H_{bl})$

ENROCAMENTO: $V_{ei} = \left(\frac{m_m + m_j - 0,035}{2}\right) \times H_{bai}^2 + 2,47 \times H_{bai} - 12$

CONCRETO DA LAJE: $V_{cli} = \sqrt{1 + m_m^2} \times (0,00179 \times H_{bai}^2 + 0,29 \times H_{bai} - 0,8)$

BRITA DE TRANSIÇÃO: $V_{vi} = 0,0175 \cdot H_{bai}^2 + 4,9 \cdot H_{bai} - 14$

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO	Cálculo: Verificação:

4. VOLUMES DE ESCAVAÇÃO E ÁREA DE LIMPEZA DE FUNDAÇÃO

SEÇÃO	El_{tei}	e_{tei} (m)	ΔL (m)	H_{bai} (m)	ESCAVAÇÃO COMUM			LIMPEZA DE FUNDAÇÃO		
					V_{ti}/m	V_{tmed}/m	V_t	A_{lfi}/m	A_{lfmed}/m	A_{lf}
1						-	-		-	-
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
		L_{ba} =		(Comprimento da barragem.)		V_t =			A_{lf} =	

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO	Cálculo: Verificação:

5. COMPRIMENTO DA CORTINA DE INJEÇÃO E VOLUME DE ENROCAMENTO

SEÇÃO	El_{tai}	e_{tai}	ΔL	H_{bai}	CORTINA DE INJEÇÃO			ENROCAMENTO		
		(m)	(m)	(m)	L_{tfi}/m	L_{tfmod}/m	L_{tf}	V_{ai}/m	V_{emod}/m	V_e
1			-			-	-		-	-
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										

L_{ba} = L_{tf} = V_e =

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO	Cálculo: Verificação:

6. VOLUMES DE CONCRETO DA LAJE E DE BRITA DE TRANSIÇÃO

SEÇÃO	El_{tol}	e_{tol} (m)	ΔL (m)	H_{bal} (m)	CONCRETO DA LAJE			BRITA DE TRANSIÇÃO		
					V_{cli}/m	V_{clmed}/m	V_{cl}	V_{bi}/m	V_{bmed}/m	V_b
1			-			-	-		-	-
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
		L_{ba} =				V_{cl} =			V_b =	

7. VOLUME TOTAL DE CONCRETO

$V_{cb} = V_{ct} + V_{cl} + V_{cn} + V_{cd} =$ m³

Volume de concreto do parapeito:
$V_{cti} =$ 3,19 m³/m
$V_{ct} = V_{cti} \times L_b =$ m³
Volume de concreto do plinto:
$V_{cni} =$ 3,85 m³/m
$V_{cn} = V_{cni} \cdot L_b =$ m³
Volume de concreto de regularização:
$V_{cdi} =$ 2,75 m³/m
$V_{cd} = V_{cdi} \cdot L_b =$ m³
Volume de concreto da laje:
$V_{cl} =$ m³

8. CONCLUSÃO:

VOLUME DE ESCAVAÇÃO COMUM: $V_t =$ m³

ÁREA DE LIMPEZA E TRAT. DE FUNDAÇÃO: $A_{lf} =$ m²

COMPRIMENTO DA CORTINA DE INJEÇÃO: $L_{tf} =$ m

COMPRIMENTO DE CHUMBADORES: $L_{pr} = L_{tfci} \cdot L_{oc} =$ m
($Ltf_{ci} =$ 13,3 m)

CUSTO TOTAL DE LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO:

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
$C_{pr} =$	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + C_{tf} \cdot (L_{tf} + L_{pr}) + C_{ic} \cdot L_{tf} + C_{pr} \cdot L_{pr} =$$ US$

VOLUME DE ENROCAMENTO: $V_e =$ m³

VOLUME DE BRITA DE TRANSIÇÃO: $V_b =$ m³

CONCRETO:
Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Parapeito	300	100
Laje e plinto	250	80
Regularização	200	

Totais:

	Cimento (t)	Armadura (t)	CSC Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Parapeito				188,00	
Laje e plinto				93,00	
Regularização				45,00	
TOTAL				-	

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

9. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.17.25	BARRAGENS DE TERRA E ENROCAMENTO					
.12.17.25.12	Escavação	m3				
.12.17.25.12.10	Comum	m³		3,40		
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto	m³				
.12.17.25.12.55	Em pedreira	m³				
.12.17.25.51	Remanejamento de rocha	m³				
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1			
.12.17.25.24	Aterro compactado	m³				
.12.17.25.25	Enrocamento	m³		0,80		
.12.17.25.29	Transição	m³		10,80		
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m³				
.12.17.25.30	Filtros	m³				
.12.17.25.27	Revestimento no paramento / Face de concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.25.27.13	Cimento	t		165,00		
.12.17.25.27.14	Concreto sem cimento	m³		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.17.25.27.15	Armadura	t		1.420,00		
.12.17.25.32	Proteção de taludes	gl				
.12.17.25.32.18	Talude de montante	m3				
.12.17.25.32.19	Talude de jusante	m³				
.12.17.25.17	Outros custos	gl	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM NÚCLEO DE ARGILA INCLINADO	Cálculo: Verificação:

1. DADOS BÁSICOS:

NA_{max} = ______ (Nível de água máximo normal do reservatório)

m_m = ______ m (Declividade do talude de montante, distância horizontal para um desnível de 1,0m)

m_j = ______ m (Declividade do talude de jusante, distância horizontal para um desnível de 1,0m)

H_{bl} = ______ m (Altura de borda livre: 3 - para barragem com altura máxima inferior a 20 m e reservatório com área inferior a 50 km²; 4 - para os demais casos)

N = ______ (Número de seções)

T_{cim} = ______ kg/m³ (Taxa de cimento)

(Entrar com os dados das seções na primeira tabela de cálculo apresentada a seguir - ítem 4. Volumes de Escavação e Área de Limpeza de Fundaç

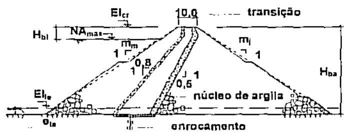


Fig. 6.8.4.03 Seção típica de barragem de enrocamento com núcleo de argila inclinado

2. COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

$El_{cr} = NA_{max} + H_{bl} =$

3. EQUAÇÕES APLICADAS NAS TABELAS DE QUANTIFICAÇÃO

COMPRIMENTO DA BARRAGEM: $L_{ba} = \sum_i \Delta L_i$

ALTURA DA BARRAGEM: $H_{bai} = El_{cr} - (El_{tei} - e_{tei})$

ESCAVAÇÃO COMUM: $V_{ti} = \left[(m_m + m_j) \times H_{bai} + 30 + e_{tba}\right] \times e_{tba}$

LIMPEZA DE FUNDAÇÃO: $A_{lfi} = (m_m + m_j) \times H_{bai} + 10$

ESCAVAÇÃO E REGULARIZAÇÃO COM CONCRETO: $V_{tfi} = 0{,}15 \times H_{bai} + 4{,}8$

CORTINA DE INJEÇÃO: $L_{tji} = \frac{1}{3{,}0} \times (H_{bai} - H_{bl})$

ENROCAMENTO: $V_{ei} = \left(\frac{m_m + m_j - 0{,}3}{2}\right) \times H_{bai}^2 + 0{,}45 \times H_{bai} + 5$

NÚCLEO DE ARGILA: $V_{ni} = 0{,}15 \times H_{bai}^2 + 3{,}55 \times H_{bai} + 2$

FILTRO VERTICAL: $V_{fi} = 6 \times H_{bai} - 7$

4. VOLUME DE ESCAVAÇÃO E ÁREA DE LIMPEZA DE FUNDAÇÃO

SEÇÃO	El_{tei}	e_{tei}	ΔL	H_{bai}	ESCAVAÇÃO COMUM			LIMPEZA DE FUNDAÇÃO		
		(m)	(m)	(m)	V_{ti}/m	V_{tmed}/m	ΔV_t	A_{lfi}/m	A_{lfmed}/m	ΔA_{lf}
1			-			-	-		-	-
2										
3										
4										

5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			

L_{ba} = (Comprimento da barragem.) V_t = A_{tf} =

5. VOLUME DE REGULARIZAÇÃO E COMPRIMENTO DA CORTINA DE INJEÇÃO

SEÇÃO	El_{tol}	e_{tol}	ΔL	H_{bal}	REGULARIZAÇÃO			CORTINA DE INJEÇÃO		
		(m)	(m)	(m)	V_{tfi}/m	V_{tfmed}/m	ΔV_{tf}	L_{tfi}/m	L_{tfmed}/m	ΔL_{tf}
1			-			-	-		-	-
2										
3										
4										

5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	
46	
47	
48	
49	
50	

L_{ba} = V_{tf} = L_{tf} =

6. VOLUMES DE ENROCAMENTO E DO NÚCLEO DE ARGILA

SEÇÃO	El_{toi}	e_{toi}	ΔL	H_{bai}	ENROCAMENTO			NÚCLEO DE ARGILA		
		(m)	(m)	(m)	V_{ei}/m	V_{emed}/m	ΔV_e	V_{ni}/m	V_{nmed}/m	ΔV_n
1			-			-	-		-	-
2										
3										
4										

5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
	L_{ba} =	V_a =	V_n =

7. VOLUME DE FILTRO VERTICAL

SEÇÃO	El_{tol}	e_{tol} (m)	ΔL (m)	H_{bai} (m)	FILTRO VERTICAL V_v/m	V_{vmed}/m	ΔV_v
1			-			-	-
2							
3							
4							

5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
	L_{ba} =	V_v =

8. BALANÇO DE MATERIAL - RESUMO

a) SOLO

Volume aproveitável, V_{as} = m³

Volume necessário (corte), V m³

$V_{br} = V_{er} - V_{ar}$ = m³ **Escavação em jazida**

b) ROCHA

Volume aproveitável, V_{as} = [ ] m^3

Volume necessário (corte), V_i [ ] m^3

$V_{br} = V_{er} - V_{ar}$ = m^3 **Escavação em jazida**

9. RESULTADOS

VOLUME DE ESCAVAÇAO COMUM:	V_t =	m^3
VOLUME DE ESCAVAÇAO EM JAZIDA	V_{tj} =	m^3
VOLUME DE ESCAVAÇAO EM ROCHA:	V_r =	m^3
VOLUME DE ESCAVAÇAO EM PEDREIRA	V_{rp} =	m^3
AREA DE LIMPEZA E TRAT. DE FUNDAÇAO:	A_{lf} =	m^2
COMPRIMENTO DA CORTINA DE INJEÇAO:	L_{tf} =	m

CUSTO TOTAL DE LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO:

C_{lf} =	11,20 US$/m²	(preço unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US$/m	(preço unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US$/m	(preço unitário de injeção com calda de cimento)
C_{csc} =	45,00 US$/m³	(preço unitário de concreto sem cimento)
C_{cim} =	165,00 US$/t	(preço unitário cimento)

Quantidade de cimento: $P_{cim} = T_{cim} \times V_{tf}$ = t

$C_{tlf} = C_{lf} \times A_{lf} + C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} + C_{cim} \times P_{cim} + C_{csc} \times V_{tf}$ = **US$**

VOLUME DE ENROCAMENTO:	V_e =	m^3
VOLUME DO NUCLEO DE ARGILA:	V_n =	m^3
VOLUME DO FILTRO VERTICAL:	V_v =	m^3

10. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.17.25	BARRAGENS DE TERRA E ENROCAMENTO					
.12.17.25.12	Escavação	m³				
.12.17.25.12.10	Comum	m³		3,40		
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto	m³		11,00		
.12.17.25.12.55	Em pedreira	m³		6,00		
.12.17.25.51	Remanejamento de rocha	m³				
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl				
.12.17.25.24	Aterro compactado	m³				
.12.17.25.25	Enrocamento	m³		3,70		
.12.17.25.29	Transição	m³				
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m³		3,60		
.12.17.25.30	Filtros	m³		10,80		
.12.17.25.27	Revestimento no paramento / Face de concreto	gl				
.12.17.25.27.13	Cimento	t		165,00		
.12.17.25.27.14	Concreto sem cimento	m³		45,00		
.12.17.25.27.15	Armadura	t		1.420,00		
.12.17.25.32	Proteção de taludes	gl				
.12.17.25.32.18	Talude de montante	m³				
.12.17.25.32.19	Talude de jusante	m³				
.12.17.25.17	Outros custos	gl	2%			

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM NÚCLEO DE ARGILA VERTICAL	Verificação:

1. DADOS BÁSICOS:

NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
m_m =		m	(Declividade do talude de montante, distância horizontal para um desnível de 1,0m)
m_j =		m	(Declividade do talude de jusante, distância horizontal para um desnível de 1,0m)
H_{bl} =		m	(Altura de borda livre: 3 - para barragem com altura máxima inferior a 20 m e reservatório com área inferior a 50 km^2; 4 - para os demais casos)
N =			(Número de seções)

(Entrar com os dados das seções na primeira tabela de cálculo apresentada a seguir - item 4. Volumes de Escavação e Área de Limpeza de Fundaç

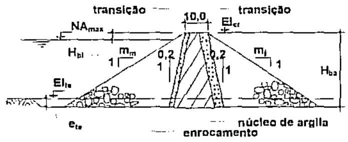


Fig. 5.8.4.02 Seção típica de barragem de enrocamento com núcleo de argila vertical

2. COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

$El_{cr} = NA_{max} + H_{bl} =$

3. EQUAÇÕES APLICADAS NAS TABELAS DE QUANTIFICAÇÃO

COMPRIMENTO DA BARRAGEM: $L_{ba} = \sum_i \Delta L_i$

ALTURA DA BARRAGEM: $H_{bai} = El_{cr} - (El_{tei} - e_{tei})$

ESCAVAÇÃO COMUM: $V_{ti} = \left[(m_m + m_j) \times H_{bai} + 30 + e_{tei}\right] \times e_{tei}$

LIMPEZA DE FUNDAÇÃO: $A_{lfi} = (m_m + m_j) \cdot H_{bai} + 10$

ESCAVAÇÃO E REGULARIZAÇÃO COM CONCRETO: $V_{fi} = 0{,}2 \cdot H_{bai} + 2$

CORTINA DE INJEÇÃO: $L_{ti} = \frac{1}{3{,}0} \times (H_{bai} - H_{bl})$

ENROCAMENTO: $V_{ei} = \left(\frac{m_m + m_j - 0{,}4}{2}\right) \times H_{bai}^2$

NÚCLEO DE ARGILA: $V_{ni} = 0{,}2 \cdot H_{bai}^2 + 4 \cdot H_{bai}$

FILTRO VERTICAL: $V_{vi} = 6 \times H_{bai}$

4. VOLUME DE ESCAVAÇÃO E ÁREA DE LIMPEZA DE FUNDAÇÃO

SEÇÃO	El_{tol}	e_{tol}	ΔL	H_{bal}	ESCAVAÇÃO COMUM			LIMPEZA DE FUNDAÇÃO		
		(m)	(m)	(m)	V_{tl}/m	V_{tmod}/m	V_t	A_{lf}/m	A_{lfmod}/m	A_{lf}
1						-	-		-	-
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
		L_{ba} =		(Comprimento da barragem.)		V_t =			A_{lf} =	

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM NÚCLEO DE ARGILA VERTICAL	Cálculo: Verificação:

5. **VOLUME DE REGULARIZAÇÃO E COMPRIMENTO DA CORTINA DE INJEÇÃO**

SEÇÃO	El_{toi}	e_{toi}	ΔL	H_{bai}	REGULARIZAÇÃO			CORTINA DE INJEÇÃO		
		(m)	(m)	(m)	V_{tfi}/m	V_{tfmed}/m	V_{tf}	L_{tfti}/m	L_{tftmed}/m	L_{tft}
1			-			-	-		-	
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
		L_{ba} =				V_{tft} =			L_{tft} =	

6. VOLUMES DE ENROCAMENTO E DO NÚCLEO DE ARGILA

SEÇÃO	El_{toi}	e_{toi} (m)	ΔL (m)	H_{bai} (m)	ENROCAMENTO			NÚCLEO DE ARGILA		
					V_{oi}/m	V_{omed}/m	V_o	V_{ni}/m	V_{nmed}/m	V_n
1			-			-	-		-	-
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
		L_{ba} =					V_o =			V_n =

7. VOLUME DE FILTRO VERTICAL

SEÇÃO	El_{toi}	e_{toi} (m)	ΔL (m)	H_{bai} (m)	FILTRO VERTICAL V_{vi}/m	V_{vmed}/m	V_v
1						-	-
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
		L_{ba} =				V_v =	

8. CONCLUSÃO

VOLUME DE ESCAVAÇÃO COMUM: $V_t =$ m³

VOLUME DE ESCAVAÇÃO EM ROCHA: $V_r =$ m³

ÁREA DE LIMPEZA E TRAT. DE FUNDAÇÃO: $A_{lf} =$ m²

COMPRIMENTO DA CORTINA DE INJEÇÃO: $L_{tf} =$ m

CUSTO TOTAL DE LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO:

$C_{lf} =$ 11,20 US$/m² (Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$ 70,00 US$/m (Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$ 30,00 US$/m (Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} =$ US$

VOLUME DE ENROCAMENTO: $V_e =$ m³

VOLUME DO NÚCLEO DE ARGILA: $V_n =$ m³

VOLUME DO FILTRO VERTICAL: $V_v =$ m³

CONCRETO:

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Regularização	300,00	

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Regularização				45,00	
TOTAL					

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM NÚCLEO DE ARGILA VERTICAL	Cálculo: Verificação:

9. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

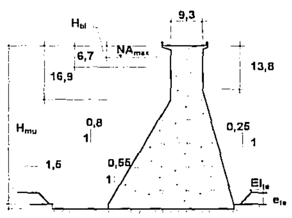
CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.17.25	BARRAGENS DE TERRA E ENROCAMENTO					
.12.17.25.12	Escavação	m3				
.12.17.25.12.10	Comum	m³		3,40		
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto	m³		11,00		
.12.17.25.12.55	Em pedreira	m³				
.12.17.25.51	Remanejamento de rocha	m³				
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1			
.12.17.25.24	Aterro compactado	m³				
.12.17.25.25	Enrocamento	m³		3,70		
.12.17.25.29	Transição	m³				
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m³		3,60		
.12.17.25.30	Filtros	m³		10,80		
.12.17.25.27	Revestimento no paramento / Face de concreto	gl				
.12.17.25.27.13	Cimento	t		165,00		
.12.17.25.27.14	Concreto sem cimento	m³		45,00		
.12.17.25.27.15	Armadura	t		1.420,00		
.12.17.25.32	Proteção de taludes	gl				
.12.17.25.32.18	Talude de montante	m3				
.12.17.25.32.19	Talude de jusante	m²				
.12.17.25.17	Outros custos	gl	2%			

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	Verificação:

1. DADOS BÁSICOS

Dados primários:

El_{te} =			(Cota média do terreno na área do muro)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do muro)
H_{bl} =		m	(Altura de borda livre)
m_m =		m	(Inclinação do talude de montante, distância horizontal para um desnível de 1,0 m)
m_j =		m	(Inclinação do talude de jusante, distância horizontal para um desnível de 1,0 m)
Tipo =			(Tipo de muro a ser adotado: 1 - muro de arrimo; 2 - muro de abraço - ver recomendação abaixo)
Recomendação:			**Como a altura é igual ou inferior a 30 m, recomenda-se o muro de arrimo.**



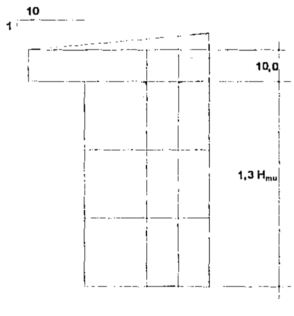


Fig. 5.8.4.08 Seção típica de muro de abraço

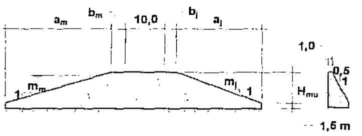


Fig. 5.8.4.07 Seção típica de muro de arrimo

2. DIMENSIONAMENTO

Altura do muro:

$H_{mu} = NA_{max} + H_{bl} - (El_{lo} - e_{lo}) =$ **0,00 m**

$m = m_m + m_l =$ **0,00 m**

3. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

Muro de arrimo:

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

$V_{lmu} = (1{,}375 \times H_{mu}^2 + 13{,}25 \times H_{mu} + 15{,}5) \times e_{lo} =$ **ERRO! Opçã m^3**

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

$V_{rmu} = 0{,}375 \times m \times H_{mu}^2 + (2{,}25 \times m + 7{,}5) \times H_{mu} + 1{,}5 \times m + 15 =$ **ERRO! Opçã m^3**

b) LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

$A_{lf} = 0{,}25 \times m \times H_{mu}^2 + (1{,}5 \times m + 5) \times H_{mu} + m + 10 =$ **ERRO! Opçã m^2**

c) CONCRETO

$V_{cmu} = 0{,}0833 \times m \times H_{mu}^3 + (1{,}125 \times m + 2{,}5) \times H_{mu}^2 + (3{,}25 \times m + 17{,}5) \times H_{mu} + 1{,}5 \times m + 15 =$ **ERRO! Opçã m^3**

Muro de abraço:

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

$V_{tmu} = (1{,}1 \times H_{mu}^2 + 6{,}1 \times H_{mu} + 5) \times e_{te} =$ **ERRO! Opçã m³**

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

$V_{rmu} = (1{,}1 \times H_{mu}^2 + 6{,}1 \times H_{mu} + 5) \times 1{,}5 =$ **ERRO! Opçã m³**

b) LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

$A_{lf} = 1{,}1 \times H^2_{mu} + 6{,}1 \times H_{mu} + 5 =$ **ERRO! Opçã m²**

c) CONCRETO

$V_{cmu} = 0{,}53837 \times H_{mu}^3 + 2{,}1778 \times H_{mu}^2 + 146{,}8 \times H_{mu} + 425 =$ **ERRO! Opçã m³**

4. CONCLUSÃO

Custo total de limpeza e tratamento de fundação:

$C_{lf} =$ 11,20 US\$/m² (Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)

$C_{tlf} = C_{lf} \times A_{lf} + C_{lf} \times A_{lf} =$ **#VALOR! US$**

Taxas de cimento e armadura:

	cimento (kg/m³)	armadura (kg/m³)
c.estrutural	250	50

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Regularização	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	45,00	#VALOR!
TOTAL	**#VALOR!**	**#VALOR!**	**#VALOR!**	**-**	**#VALOR!**

Custo unitário médio: $ = #VALOR! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	Cálculo: Verificação:

.5. **EXTRATO DO O.P.E.**

R$/US$ = 1,00
Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT. US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.17.27	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	gl			#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.12	Escavação	m^3			#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.12.10	Comum	m^3	#VALOR!	3,40	#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.12.11	Em rocha a céu aberto	m^3	#VALOR!	11,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.14	Concreto	m^3			#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.14.13	Cimento	t	#VALOR!	165,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.14.14	Concreto sem cimento	m^3	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.14.15	Armadura	t	#VALOR!	1.420,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.17.27.17	Outros custos	gl			0	0

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE TERRA	Cálculo: Verificação:

1. DADOS BÁSICOS:

NA_{max} = (Nivel de água máximo normal do reservatório)
NA_{min} = (Nivel de água minimo do reservatório)
H_{tr} = m (Profundidade da trincheira - *cut-off*)
H_{bl} = m (Altura de borda livre)
N = (Número de seções)
(Entrar com os dados das seções na primeira tabela de cálculo apresentada a seguir - item 5. Altura da barragem, etc)

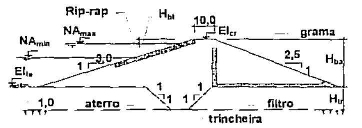


Fig. 5.8.4.01 Seção típica de barragem homogênea de terra

2. COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

$El_{cr} = NA_{max} + H_{bl} =$

3. DEPLEÇÃO MÁXIMA DO RESERVATÓRIO

$d = NA_{max} - NA_{min} =$ m

Dimensão auxiliar: $d_p = H_{bl} + d + 4 =$ **4,00 m** com $d_p \leq H_{bai}$

4. EQUAÇÕES APLICADAS NAS TABELAS DE QUANTIFICAÇÃO

COMPRIMENTO DE OUTROS CUSTOS: $L_{oc} = \sum_i \Delta L_i$

ALTURA DA BARRAGEM: $H_{bai} = El_{cr} - (El_{tei} - 1{,}0)$

LARGURA DA BASE DA TRINCHEIRA: $B_{tri} = 0{,}3 \times (H_{bai} - H_{bi} + H_{tr})$ sendo $B_{tri} \geq 6{,}0m$

LARGURA DO TAPETE DE IMPERMEABILIZAÇÃO: $B_{tpi} = 10 \times (H_{bai} - H_{bi})$ para : $H_{tr} \geq 15{,}0m$

ESPESSURA DO TAPETE IMPERMEABILIZANTE: $e_{tpi} = 0{,}1 \times (H_{bai} - H_{bi})$

ESCAVAÇÃO COMUM NA BARRAGEM: $V_{tbi} = 5{,}5 \cdot H_{bai} + 30$

ESCAVAÇÃO COMUM NA TRINCHEIRA: $V_{tri} = (B_{tri} + H_{tr}) \cdot H_{tr}$

ESCAVAÇÃO COMUM NO TAPETE IMPERMEABILIZANTE: $V_{tpi} = B_{tpi} \cdot 1{,}0$

ESCAVAÇÃO COMUM TOTAL: $V_{ti} = V_{tbi} + V_{tri} + V_{tpi}$

FUROS DE ALÍVIO: $L_{tfi} = \frac{1}{10{,}0} \times (H_{bai} - H_{bi})$

ATERRO NA BARRAGEM: $V_{abi} = 2{,}75 \times H_{bai}^2 + 4{,}25 \times H_{bai} + 10 - 4{,}74 \times d_p$

ATERRO NA TRINCHEIRA: $V_{ari} = (B_{tri} + H_{tr}) \cdot H_{tr}$

ATERRO NO TAPETE IMPERMEABILIZANTE: $V_{api} = B_{tpi} \times e_{tpi}$

VOLUME TOTAL DE ATERRO: $V_{ai} = V_{abi} + V_{ari} + V_{api}$

FILTRO VERTICAL: $V_{vi} = 2 \times (H_{bai} - 5)$

FILTRO HORIZONTAL: $V_{hi} = 3{,}75 \times H_{bai}$

VOLUME TOTAL DE FILTRO: $V_{fi} = V_{vi} + V_{hi}$

PROTEÇÃO DO TALUDE DE MONTANTE: $V_{pi} = 4{,}74 \cdot d_p$

PROTEÇÃO DO TALUDE DE JUSANTE: $A_{gi} = 2{,}69 \cdot H_{bai} - 4$

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE TERRA	Cálculo: Verificação:

5. **ALTURA DA BARRAGEM, LARGURA DA TRINCHEIRA, DIMENSÕES DO TAPETE IMPERMEABILIZANTE**

SEÇÃO	El_{toi}	ΔL	H_{bai}	B_{tri}	B_{tpi}	e_{tpi}	COMPR. DE FUROS DE ALÍVIO		
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	L_{tfi}/m	L_{tfmed}/m	L_{tf}
1								-	-
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
	L_{oc} =		(Comprimento da barragem.)					L_{tft} =	

6. VOLUMES DE ESCAVAÇÃO COMUM E COMPRIMENTO DOS FUROS DE ALÍVIO

SEÇÃO	El_{toi}	ΔL	ESCAVAÇÃO COMUM					
		(m)	V_{tbi}/m	V_{tri}/m	V_{tpi}/m	V_{ti}/m	V_{tmed}/m	V_t
1		-					-	-
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
	L_{oc} =						V_t =	

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE TERRA	Cálculo: Verificação:

JUSTIÇA FEDERAL Fls. 1.264

7. VOLUMES DE ATERRO

SEÇÃO	El_{tal}	ΔL	VOLUME DE ATERRO					
		(m)	V_{abi}/m	V_{ari}/m	V_{api}/m	V_{ai}/m	V_{amed}/m	V_a
1		-					-	-
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
	L_{oc} =						V_a =	

8. VOLUME DE FILTROS

SEÇÃO	El_{tal}	ΔL	VOLUME DE FILTROS				
		(m)	V_{vi}/m	V_{hi}/m	V_{fi}/m	V_{fmed}/m	V_f
1		-				-	-
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
	L_{oc} =					V_f =	

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE TERRA	Cálculo: Verificação:

9. PROTEÇÃO DE TALUDES

SEÇÃO	El_{tot}	ΔL	TALUDE DE MONTANTE			TALUDE DE JUSANTE		
		(m)	V_{pi}/m	V_{pmed}/m	V_p	A_{gi}/m	A_{gmed}/m	A_g
1		-		-	-		-	-
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
	L_{oc} =				V_p =			A_g =

10. CONCLUSÃO:

VOLUME DE ESCAVAÇÃO COMUM:	$V_t =$	m^3
COMPRIMENTO DOS FUROS DE ALÍVIO:	$L_{tft} =$	m
ATERRO COMPACTADO:	$V_a =$	m^3
VOLUME DE FILTROS:	$V_f =$	m^3
PROTEÇÃO DO TALUDE DE MONTANTE:	$V_p =$	m^3
PROTEÇÃO DO TALUDE DE JUSANTE:	$A_g =$	m^2

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: BARRAGEM DE TERRA	Cálculo: Verificação:

11. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00
Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.17.25	BARRAGENS DE TERRA E ENROCAMENTO					
.12.17.25.12	Escavação	m³				
.12.17.25.12.10	Comum	m³		3,40		
.12.17.25.12.11	Em rocha a céu aberto	m³				
.12.17.25.12.55	Em pedreira	m³				
.12.17.25.51	Remanejamento de rocha	m³				
.12.17.25.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl		35,00		
.12.17.25.24	Aterro compactado	m³		2,95		
.12.17.25.25	Enrocamento	m³				
.12.17.25.29	Transição	m³				
.12.17.25.26	Núcleo de argila	m³				
.12.17.25.30	Filtros	m³		10,80		
.12.17.25.27	Revestimento no paramento / Face de concreto	gl				
.12.17.25.27.13	Cimento	t				
.12.17.25.27.14	Concreto sem cimento	m³				
.12.17.25.27.15	Armadura	t				
.12.17.25.32	Proteção de taludes	gl				
.12.17.25.32.18	Talude de montante	m³		1,00		
.12.17.25.32.19	Talude de jusante	m²		1,00		
.12.17.25.17	Outros custos	gl	2%			

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, CONTROLADO	Cálculo: Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **SEM** ADUFAS

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

k_v =			(Coeficiente para determinação da altura inicial das comportas: 0,6 - 2 comportas; 0,5 - 3 comportas; 0,4 - 5 comportas; 0,3 - 10 comportas)
H_{cp} =		m	(Altura das comportas. Sugere-se 0 m, ver página 2)
Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
N_{cp} =			(Número de comportas. #DIV/0!

Dados para a quantificação:

El_{te} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tde} =			(Cota média do terreno na área da bacia de dissipação, exclusivamente)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)
e_c =		m	(Espessura do revestimento de concreto da soleira da bacia de dissipação)

Bacia de dissipação:

Arbitra-se valores para El_{bd} até que o valor calculado seja igual ao arbitrado. A mensagem informa se o valor arbitrado está correto ou se deve ser maior ou menor. Pode ser necessário diminuir dependendo do número de Froude (ver página 4).

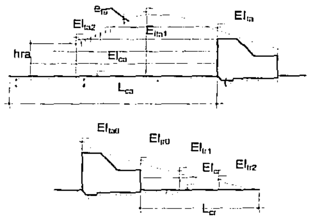
El_{bd} = ===> #DIV/0!

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E SEM ADUFAS

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**
#DIV/0!

▹ **RELAÇÃO RECOMENDADA ENTRE LARGURA E ALTURA DAS COMPORTAS:**
$1{,}0 \le H_{cp}/B_{cp} \le 1{,}4$ ===> #DIV/0!



▹ **SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS:**
0 m.

▹ **NÚMERO DE FROUDE:**
#DIV/0!

3. DIMENSIONAMENTO

▹ SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS

$H_{cp} = k_v \cdot Q_v^{0,4} =$ 0,00 m $\le 21{,}0$ m Assim: $H_{cp} =$ **0,00 m**

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_{vv} = NA_{max} - H_{cp} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação ao vertedouro)

$z = \frac{p_{vv}}{H_{cp}} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $z \le 0{,}475$:
$C_d' = 2{,}535 \times z^3 - 3{,}61 \times z^2 + 1{,}96 \times z + 1{,}702$

Se $0{,}475 < z \le 1{,}2$:
$C_d' = 0{,}145 \times z^3 - 0{,}475 \times z^2 + 0{,}559 \times z + 1{,}916$

Se $1{,}2 < z \le 3{,}0$:
$C_d' = -0{,}0072 \times z^2 + 0{,}0442 \times z + 2{,}112$

Se $z > 3{,}0$:
$C_d' = 2{,}18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ **#DIV/0!**

AFOGAMENTO POR JUSANTE

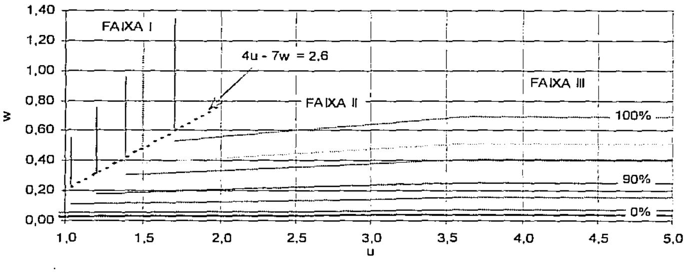
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{max} - El_{cr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{max} - NA_{xcr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0!

$-4 \cdot u + 7 \cdot w + 2{,}6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **SEM** ADUFAS

FAIXA I : Para $-4u + 7w + 2,6 \geq 0$:

$k_c = -0,952 \times \left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0,956 \times \left(\frac{1}{u}\right) + 0,767 \quad \leq 1$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA II : Para $u < 3,6$ e $-4u + 7w + 2,6 < 0$:

$k_c = 1,058 - \frac{4 \cdot (u+5)}{860 \cdot w} \quad \leq 1$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA III : Para $u \geq 3,6$:

$k_c = 1,058 - \frac{4}{100 \cdot w} \quad \leq 1$ #DIV/0! #DIV/0!

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:
$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \cdot C'_d =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$B_{uvt} = \frac{Q_v}{C_d \times H_{cp}^{3/2}} =$ **#DIV/0!** **m**

c) LARGURA REAL DOS VÃOS

$B_{rvt} = B_{uvt} + 0,2 \times H_{cp} =$ **#DIV/0!** **m**

d) SUGESTÃO PARA NÚMERO DE COMPORTAS

$N_{cp} = int\left(\frac{B_{rvt}}{H_{cp}} + 0,999\right) =$ **#DIV/0! unidades**

e) LARGURA DAS COMPORTAS

$B_{cp} = 0,05 \times int\left(\frac{1}{0,05} \times \frac{B_{rvt}}{N_{cp}} + 0,5\right) =$ **#DIV/0!** **m**

Verificação: $1,0 \leq \frac{H_{cp}}{B_{cp}} \leq 1,4$ ===> $\frac{H_{cp}}{B_{cp}} =$ #DIV/0! #DIV/0!

d) ESPESSURA DOS PILARES

$e_{pl} = 0,12 \times H_{cp} + 2,4 =$ **2,40 m**

f) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$B_{vt} = (N_{cp} + 1) \times e_{pl} + N_{cp} \times B_{cp} =$ **#DIV/0!** **m**

g) COMPRIMENTO DA OGIVA

$L_{ov} = 1,46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_w + 1,5)^{0,54} + 0,27 \times H_{cp} =$ **0,00 m**

h) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$L_{vt} = L_{og} + L_{bd} =$ **#DIV/0!** **m**

4. BACIA DE DISSIPAÇÃO

Largura da bacia de dissipação

$B_{bd} = (N_{cp} - 1) \times e_{pl} + N_{cp} \times B_{cp} =$ **#DIV/0!** m

Elevação do piso da bacia

$v_1 = \sqrt{k \cdot 2 \cdot g \cdot (NA_{max} - El_{bd})}$ $y_1 = \frac{Q_c}{B_{bd} \times v_1}$ $Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g \cdot y_1}}$

$y_2 = \frac{y_1}{2} \cdot \left(\sqrt{(1 + 8 \cdot Fr_1^2)} - 1\right)$ $El_{bd} = NA_{ccr} - y_2$ $k =$ 0,90

El_{bd} (arb)	v_1	y_1	Fr_1	y_2	El_{bd} (calc)
0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Conclusão: $y_1 =$ **#DIV/0!** m $y_2 =$ **#DIV/0!** m
$Fr_1 =$ **#DIV/0!** $El_{bd} =$ **0,00**

Raio de curvatura na entrada da bacia

$R_{bd} = 3 \times y_1 =$ **#DIV/0!** m

Comprimento da bacia

$L_{bd} = 6 \times y_2 + 0,75 \times (El_{cv} - El_{bd}) + 0,5 \times R_{bd} - 1,1 =$ **#DIV/0!** m

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E SEM ADUFAS

5. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{tad} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \times (0,6 \times h_{rai} + e_{te})\right] \times e_{te}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pl} - 1,0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ta0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ta1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ta2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \cdot e_{te} \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \times (0,6 \times h_{rri} + e_{te})\right] \times e_{te}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1,0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{tr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{tr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{tr2} =	#DIV/0!	m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rpj} + V_{rdo} + V_{rcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{rad} =$ **#DIV/0!** **m³**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E SEM ADUFAS

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{rai} = \left(B_{ca} - 6 + 0,6 \times h_{rai}\right) \times h_{rai}$$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times \left(e_{pl} - 1,0\right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ra0} =	#DIV/0!	m^3
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ra1} =	#DIV/0!	m^3
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ra2} =	#DIV/0!	m^3

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = \left(L_{ov} \cdot h_{rv} + 23\right) \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

$h_{rv} = El_{te} - e_{te} - \left(El_{cv} - 1,5\right) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rdo} = V_{rbd} + V_{rmc} + V_{rbe} =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rbd} = L_{bd} \times h_{rb} \times \left(B_{bd} + 2,0\right) =$ #DIV/0! m^3

Volume de escavação em rocha na área contraforte dos muros da bacia de dissipação:

$V_{rmc} = 2 \times \left[\left(L_{bd} + d_4\right) \times 0,5 \times h_1 + \left(d_3 - d_4\right) \times 0,5 \times \frac{h_1 + h_2}{2}\right] \times 1,5 =$ #DIV/0! m^3

Volume de escavação em rocha em bermas na área da bacia de dissipação:

$V_{rbe} = 2 \times \left(L_{bd} + d_4\right) \times 0,3 \times h_{re}^2 =$ #DIV/0! m^3

com:

$h_{rb} = El_{te} - e_{te} - \left(El_{bd} - e_c\right) =$	0,00 m	
$h_1 = NA_{ccr} + 2,0 - \left(El_{tde} - e_{te}\right) =$	2,00 m	≥ 0
$h_2 = NA_{max} - 0,88 \times H_{cp} - \left(El_{tde} - e_{te}\right) =$	0,00 m	≥ 0
$d_3 = 0,75 \times \left[NA_{max} - 1,83 \times H_{cp} - \left(El_{bd} - e_c\right)\right] =$	0,00 m	
$d_4 = 0,75 \times \left(y_2 + 2,0 + e_c - 0,95 \times H_{cp}\right) =$	#DIV/0! m	$\leq d_3$
$h_{re} = El_{tde} - e_{te} - \left(NA_{ccr} - 5,0\right) =$	5,00 m	≥ 0

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$V_{rpj} = d_1 \times \left(\frac{h_{rv} + h_{rb}}{2} + 0,167 \times H_{cp}\right) \times \left(B_{bd} + 2,0\right) =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

$d_1 = 0,75 \times \left[El_{cv} - 1,5 - \left(El_{bd} - e_c\right)\right] =$ -1,13 m

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **SEM** ADUFAS

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0,6 \times h_{rri}) \times h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1,0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \times L_{vt} =$ **#DIV/0!** **m²**

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{tf} = 1,5 \cdot (NA_{max} - El_{ca}) \cdot \frac{B_{vt}}{3,0} =$ **#DIV/0!** m **(Para drenagem.)**

Comprimento total dos chumbadores:

$L_{pr} = B_{bd} \cdot L_{bd} =$ **#DIV/0!** m

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

C_{lf} =	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
C_{tfc} =	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} + C_{tf} \times L_{pr} + C_{tfc} \times L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **SEM** ADUFAS

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpj} + V_{cpl} + V_{cpo} + V_{cde} + V_{cmv} + V_{cmc} =$$ **#DIV/0! m²**

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left[0{,}944 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_w + 1{,}5)^{1,54} + 0{,}27 \times p_w \times H_{cp} - 0{,}007 \times H_{cp}^2 + 0{,}40 \times H_{cp} + 18\right] \times B_{vt} =$$ **#DIV/0! m²**

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$$V_{cpj} = d_1 \times 0{,}167 \times H_{cp} \times (B_{bd} + 2{,}0) =$$ **#DIV/0! m³**

sendo:

$$d_1 = 0{,}75 \times \left[El_{cv} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)\right] =$$ -1,13 m

Volume de concreto dos pilares:

$$V_{cpl} = \left(1{,}98 \times H_{cp}^2 + 6{,}0 \times H_{cp} + 6\right) \times \left(N_{cp} + 1\right) \times e_{pl} =$$ **#DIV/0! m³**

Volume de concreto da ponte:

$$V_{cpo} = 6{,}0 \times B_{vt} =$$ **#DIV/0! m³**

Volume de concreto da bacia de dissipação:

$$V_{cde} = \left(L_{bd} \times e_c + 0{,}036 \times R_{bd}^2 + 0{,}375 \times e_c^2\right) \times (B_{bd} + 2{,}0) =$$ **#DIV/0! m³**

Volume de concreto do revestimento vertical da bacia de dissipação:

$$V_{cmv} = 2 \times \left[\left(d_5 \times 0{,}95 \times H_{cp} \times 1{,}0\right) + \frac{d_6^2}{2 \times 0{,}75} + L_{bd} \times (y_2 + 2{,}0) \times 1{,}0\right] =$$ **#DIV/0! m³**

sendo:

$$d_5 = 0{,}75 \times \left[NA_{max} - 2{,}0 \times H_{cp} - (El_{bd} - e_c)\right] =$$ 0,00 m

$$d_6 = 0{,}75 \times \left(y_2 + 2{,}0 + e_c - 0{,}95 \times H_{cp}\right) =$$ #DIV/0! m

Volume de concreto do contraforte dos muros da bacia de dissipação

$$V_{cmc} = 2 \times \left[\left(L_{bd} + \frac{d_3 + d_4}{2}\right) \times \left(0{,}25 \times h_1^2 + 0{,}75 \times h_1\right) + \frac{d_3 - d_4}{2} \times \left(0{,}25 \times h_2^2 + 0{,}75 \times h_2\right)\right] =$$ **#DIV/0! m³**

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte e abaixo do defletor	200	20
Bacia de dissipação e defletor	250	50
Pilares e muros	250	80
Ponte	300	100

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	(t)	(t)	Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Ogiva, contraforte e abaixo do defletor	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Bacia de dissipação e defletor	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Ponte	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**-**	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E SEM ADUFAS

c) EQUIPAMENTOS DO VERTEDOURO

Parâmetro: $z = \frac{B_{cp}^2 \cdot H_{cp} \cdot H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:

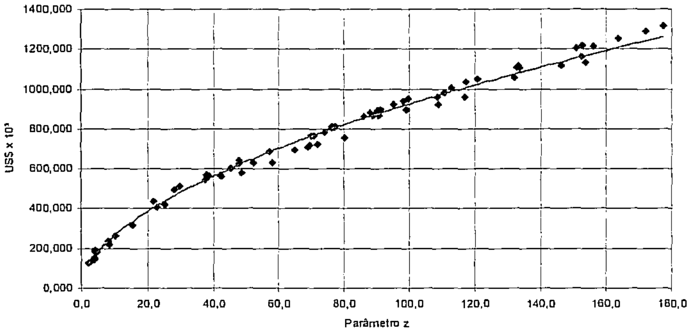
$H_x = H_{cp}$ (Carga hidrostática máxima na soleira da comporta)

▹ COMPORTAS SEGMENTO

Custo de aquisição: (do gráfico B.21)

$\$ = 76.727 \cdot z^{0,5406} =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $2,0 \leq z \leq 180$)

Gráfico B.21 - Custo da Comporta Segmento de Superficie do Vertedouro

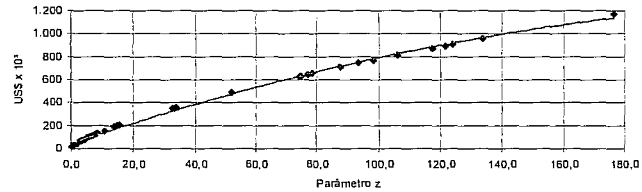


▹ COMPORTA ENSECADEIRA

Custo de aquisição: (do gráfico B.96)

$\$ = -16,4 \cdot z^2 + 9.080 \cdot z + 46.419 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0,3 \leq z \leq 180$)

Gráfico B.24 - Custo unitário de Comporta Ensecadeira de Superfície



▹ PARTES FIXAS

Custo global de aquisição:

$\$ = N_{cp} \cdot \left[2 \cdot \left(H_{cp} + H_{bl}\right) + B_{cp}\right] \cdot 800 =$ **#DIV/0! US$**

sendo:

$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E SEM ADUFAS

▹ GUINDASTE

Custo de aquisição: (do gráfico B.84)

Se $0,3 \leq z \leq 20$: $\$ = 16,5 \times z^3 - 917 \times z^2 + 17.439 \times z + 44.798$

Se $20 < z \leq 180$: $\$ = -3,4 \times z^2 + 2.722,9 \times z + 107.990$

Assim, com z = #DIV/0! , tem-se para o custo de aquisição do pórtico rolante:

$ = **#DIV/0! US$/pórtico**

Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro

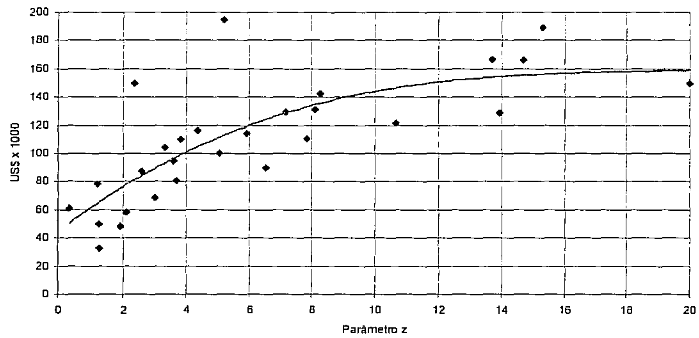
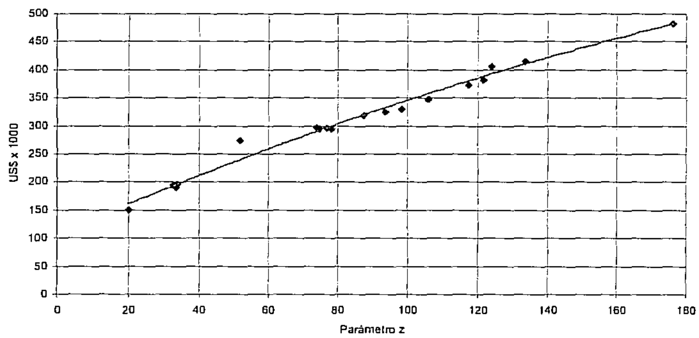


Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro



Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, CONTROLADO	Cálculo: Verificação

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E SEM ADUFAS

6. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00
Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.20	Guindaste	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, CONTROLADO	Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

k_v =			(Coeficiente para determinação da altura inicial das comportas: 0,6 - 2 comportas; 0,5 - 3 comportas; 0,4 - 5 comportas; 0,3 - 10 comportas)
H_{cp} =		m	(Altura das comportas. Sugere-se 0 m, ver página 2)
Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação às adufas)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
k_Q =			(Coeficiente para dimensionamento das adufas. Sugestão: 3,2)
N_{ad} =			(Número de adufas. Sugere-se 1 adufas, ver página 3.)
Q_k =		m³/s	(Vazão de projeto do desvio - recomendado 25 anos de recorrência)
N_{cp} =			(Número de comportas. #DIV/0!
NA_{dcr} =			(Nível de água no canal de restituição das adufas para a vazão de projeto de desvio)

Dados para a quantificação:

El_{te} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tde} =			(Cota média do terreno na área da bacia de dissipação, exclusivamente)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte sem adufas)
L_{cad} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte com adufas)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)
e_c =		m	(Espessura do revestimento de concreto da soleira da bacia de dissipação)

Bacia de dissipação:

Arbitra-se valores para El_{bd} até que o valor calculado seja igual ao arbitrado. A mensagem informa se o valor arbitrado está correto ou se deve ser maior ou menor. Pode ser necessário diminuir dependendo do número de Froude (ver página 4).

El_{bd} = ===> #DIV/0!

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **COM** ADUFAS

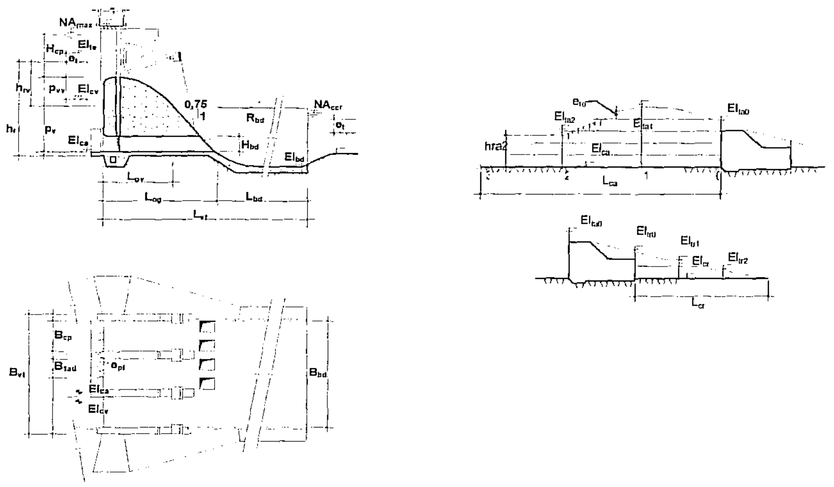


Fig. 5.8.6.01 Seção típica e planta de vertedouro de superfície do tipo ogiva alta controlado por comportas, com bacia de dissipação.

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**
#DIV/0!

▹ **RELAÇÃO RECOMENDADA ENTRE LARGURA E ALTURA DAS COMPORTAS:**
$1{,}0 \leq H_{cp}/B_{cp} \leq 1{,}4$ ===> #DIV/0!

▹ **SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS:**
0 m.

▹ **NÚMERO DE FROUDE:**
#DIV/0!

▹ **SUGESTÃO DE NÚMERO DE ADUFAS:**

$N_{ad} = 2 \times \text{int}(0{,}75 \times N_{cp}) + 1 =$ **1 adufas**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

Fls 1278

3. DIMENSIONAMENTO

▹ SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS

$H_{cp} = k_v \cdot Q_v^{0,4} =$ 0,00 m $\leq 21,0$ m Assim: $H_{cp} =$ **0,00 m**

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_v = NA_{max} - H_{cp} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação às adufas.)

$p_w = NA_{max} - H_{cp} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas.)

$z = \frac{0,7 \times p_v + 0,3 \times p_w}{H_{cp}} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $z \leq 0,475$:
$C_d' = 2,535 \times z^3 - 3,61 \times z^2 + 1,96 \times z + 1,702$

Se $0,475 < z \leq 1,2$:
$C_d' = 0,145 \times z^3 - 0,475 \times z^2 + 0,559 \times z + 1,916$

Se $1,2 < z \leq 3,0$:
$C_d' = -0,0072 \times z^2 + 0,0442 \times z + 2,112$

Se $z > 3,0$:
$C_d' = 2,18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ **#DIV/0!**

AFOGAMENTO POR JUSANTE

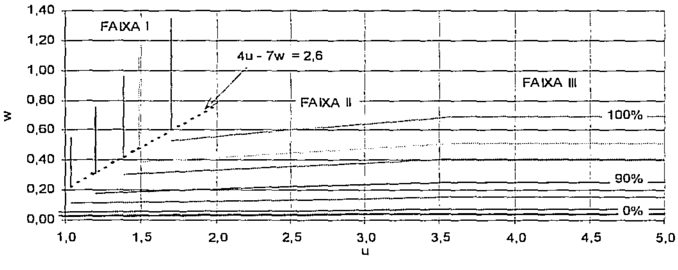
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{max} - El_{cr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{max} - NA_{xcr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0!

$-4 \cdot u + 7 \cdot w + 2,6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

FAIXA I : Para $-4u+7w+2,6 \geq 0$:

$$k_c = -0,952 \times \left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0,956 \times \left(\frac{1}{u}\right) + 0,767 \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA II : Para $u < 3,6$ e $-4u+7w+2,6 < 0$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4 \times (u+5)}{860 \times w} \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA III : Para $u \geq 3,6$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4}{100 \cdot w} \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:

$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \cdot C'_d =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$$B_{uvt} = \frac{Q_v}{C_d \times H_{cp}^{3/2}} =$$ **#DIV/0!** m

c) LARGURA REAL DOS VÃOS

$$B_{rvt} = B_{uvt} + 0,2 \times H_{cp} =$$ **#DIV/0!** m

d) SUGESTÃO PARA NÚMERO DE COMPORTAS

$$N_{cp} = \text{int}\left(\frac{B_{rvt}}{H_{cp}} + 0,999\right) =$$ **#DIV/0! unidades**

e) LARGURA DAS COMPORTAS

$$B_{cp} = 0,05 \times \text{int}\left(\frac{1}{0,05} \times \frac{B_{rvt}}{N_{cp}} + 0,5\right) =$$ **#DIV/0!** m

Verificação: $1,0 \leq \frac{H_{cp}}{B_{cp}} \leq 1,4$ ===> $\frac{H_{cp}}{B_{cp}} =$ #DIV/0! #DIV/0!

d) ESPESSURA DOS PILARES

$$e_{pl} = 0,12 \times H_{cp} + 2,4 =$$ **2,40 m**

f) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$$B_{vt} = (N_{cp} + 1) \times e_{pl} + N_{cp} \times B_{cp} =$$ **#DIV/0!** m

g) COMPRIMENTO DA OGIVA

na parte sem adufas: $L_{ov} = 1,46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_w + 1,5)^{0,54} + 0,27 \times H_{cp} =$ **0,00 m**

na parte com adufas: $L_{og} = 1,46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_v + 1,5)^{0,54} + 0,27 \times H_{cp} =$ **0,00 m**

h) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$$L_{vt} = L_{og} + L_{bd} =$$ **#DIV/0!** m

4. BACIA DE DISSIPAÇÃO

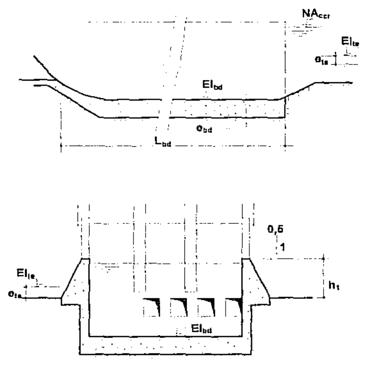


Fig. 6.8.6.03 Seção típica de bacia de dissipação.

Largura da bacia de dissipação

$B_{bd} = (N_{cp} - 1) \times e_{pi} + N_{cp} \times B_{cp} =$ **#DIV/0!** m

Elevação do piso da bacia

$v_1 = \sqrt{k \cdot 2 \cdot g \cdot (NA_{max} - El_{bd})}$ $y_1 = \dfrac{Q_c}{B_{bd} \times v_1}$ $Fr_1 = \dfrac{v_1}{\sqrt{g \times y_1}}$

$y_2 = \dfrac{y_1}{2} \times \left(\sqrt{(1 + 8 \times Fr_1^2)} - 1\right)$ $El_{bd} = NA_{ccr} - y_2$ k = 0,90

El_{bd} (arb)	v_1	y_1	Fr_1	y_2	El_{bd} (calc)
0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Conclusão: y_1 = **#DIV/0!** m y_2 = **#DIV/0!** m
Fr_1 = **#DIV/0!** El_{bd} = **0,00**

Raio de curvatura na entrada da bacia

$R_{bd} = 3 \cdot y_1 =$ **#DIV/0!** m

Comprimento da bacia

$L_{bd} = 6 \times y_2 + 0{,}75 \times (El_{ca} - El_{bd}) + 0{,}5 \times R_{bd} - 1{,}1 =$ **#DIV/0!** m

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

5. DESVIO POR ADUFAS

Largura de uma adufa: $B_{1ad} = \frac{B_{cp} - e_{pl}}{2} =$ **#DIV/0!** **m**

Altura das adufas: $H_{ad} = \left(\frac{Q_k}{k_Q \times N_{ad} \times B_{1ad}} \right)^{2/3} =$ **#DIV/0! m**

Verificação: $1{,}9\ m \le H_{ad} \le 3{,}1 \cdot B_{ad}$ ===> #DIV/0!

Velocidade média do escoamento: $v_a = \frac{Q_k}{N_{ad} \times B_{1ad} \times H_{ad}} =$ **#DIV/0!** **m/s**

Verificação: $v_a \le 15\ m/s$ ===> #DIV/0!

Largura total das adufas: $B_{ad} = N_{ad} \times (B_{1ad} + e_{pl}) + e_{pl} =$ **#DIV/0!** **m**

Nível de água junto à ensecadeira de montante:

Verificação do afogamento na saída da adufa:

Se $E_{dcr} \ge E_{ad}$, o escoamento é afogado.

sendo:

$E_{dcr} = NA_{dcr} + \frac{v_{cr}^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia no canal de restituição das adufas)

$v_{cr} = \frac{Q_k}{B_{ad} \cdot (NA_{dcr} - El_{cr})} =$ #DIV/0! m/s (Velocidade média do escoamento no canal de restituição)

$E_{ad} = El_{ca} + H_{ad} + \frac{v_a^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia na saída da adufa)

Para saída da adufa afogada:

$NA_{dm} = E_{dcr} + h_p$

sendo:

$h_p = 0{,}2 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g} + L_{ag} \times \frac{n^2 \times v_a^2}{R_h^{4/3}} =$ #DIV/0! m (Perda de carga ao longo da adufa)

$R_h = \frac{B_{1ad} \cdot H_{ad}}{2 \cdot (B_{1ad} + H_{ad})} =$ #DIV/0! m (Raio hidráulico de uma abertura das adufas)

n = 0,013 (Coeficiente de Manning)

Para saída da adufa em jato livre:

$NA_{dm} = El_{ca} + H$

sendo:

$H = k_H \times H_{ad} =$ #DIV/0! m (Carga hidrostática a montante do vertedouro)

onde, k_H é obtido pelo gráfico 5.8.3.15 ou pela expressão que segue:

$k_H = 0{,}0184 \times k_Q^3 - 0{,}1323 \times k_Q^2 + 0{,}688 \times k_Q + 0{,}18 =$ 0,18

Assim, para este aproveitamento, tem-se:

#DIV/0! $NA_{dm} =$ **#DIV/0!**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

6. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0! m³**

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{tad} =$ **#DIV/0! m³**

sendo:

Volume adicional de escavação comum no canal de aproximação devido às adufas:

$V_{tad} = (L_{cad} - L_{ca}) \times e_{te} \times (B_{ad} - e_{pl}) =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = [B_{ca} - 6 + 2 \times (0{,}6 \times h_{rai} + e_{te})] \times e_{te}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pl} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ta0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ta1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ta2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \cdot e_{te} \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0! m³**

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \cdot \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0! m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{tri} = [B_{cr} - 6 + 2 \times (0{,}6 \times h_{rri} + e_{te})] \times e_{te}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{tr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{tr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{tr2} =$	#DIV/0!	m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rpj} + V_{rde} + V_{rcr} =$ **#DIV/0! m³**

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{rad} =$ **#DIV/0! m³**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

sendo:

Volume adicional de escavação em rocha no canal de aproximação devido às adufas:

$$V_{rad} = \frac{L_{cad} + L_{ca}}{2} \times (El_{cv} - El_{ca}) \times (B_{ad} - e_{pl}) - V_{tad} = \quad \#DIV/0! \ m^3$$

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0{,}6 \cdot h_{rai}) \cdot h_{rai}$$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pl} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ra0} =$	#DIV/0!	m^3
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ra1} =$	#DIV/0!	m^3
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ra2} =$	#DIV/0!	m^3

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$$V_{rog} = (L_{ov} \times h_{rv} + 23) \times (B_{vt} - B_{ad}) + (L_{og} \times h_r + 23) \times B_{ad} = \quad \textbf{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

$h_r = El_{te} - e_{te} - (El_{ca} - 1{,}5) =$ 1,50 m

$h_{rv} = El_{te} - e_{te} - (El_{cv} - 1{,}5) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$$V_{rde} = V_{rbd} + V_{rmc} + V_{rbe} = \quad \textbf{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$$V_{rbd} = L_{bd} \cdot h_{rb} \cdot (B_{bd} + 2{,}0) = \quad \#DIV/0! \ m^3$$

Volume de escavação em rocha na área contraforte dos muros da bacia de dissipação:

$$V_{rmc} = 2 \times \left[(L_{bd} + d_4) \times 0{,}5 \times h_1 + (d_3 - d_4) \times 0{,}5 \times \frac{h_1 + h_2}{2} \right] \times 1{,}5 = \quad \#DIV/0! \ m^3$$

Volume de escavação em rocha em bermas na área da bacia de dissipação:

$$V_{rbe} = 2 \cdot (L_{bd} + d_4) \cdot 0{,}3 \cdot h_{re}^2 = \quad \#DIV/0! \ m^3$$

com:

$h_{rb} = El_{te} - e_{te} - (El_{bd} - e_c) =$	0,00 m	
$h_1 = NA_{ccr} + 2{,}0 - (El_{tde} - e_{te}) =$	2,00 m	≥ 0
$h_2 = NA_{max} - 0{,}88 \cdot H_{cp} - (El_{tde} - e_{te}) =$	0,00 m	≥ 0
$d_3 = 0{,}75 \times [NA_{max} - 1{,}83 \times H_{cp} - (El_{bd} - e_c)] =$	0,00 m	
$d_4 = 0{,}75 \times (y_2 + 2{,}0 + e_c - 0{,}95 \times H_{cp}) =$	#DIV/0! m	$\leq d_3$
$h_{re} = El_{tde} - e_{te} - (NA_{ccr} - 5{,}0) =$	5,00 m	≥ 0

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$$V_{rpj} = d_1 \times \left(\frac{h_{rv} + h_{rb}}{2} + 0{,}167 \times H_{cp} \right) \times (B_{bd} + 2{,}0 - B_{ad}) + d_2 \times \left(\frac{h_r + h_{rb}}{2} + 0{,}167 \times H_{cp} \right) \times B_{ad} = \quad \textbf{\#DIV/0!} \quad m^3$$

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **COM** ADUFAS

sendo:

$d_1 = 0{,}75 \times \left[El_{cv} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)\right] =$ -1,13 m

$d_2 = 0{,}75 \times \left[El_{ca} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)\right] =$ -1,13 m

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \cdot \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0{,}6 \cdot h_{rri}) \cdot h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \cdot 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \cdot L_{vt} =$ **#DIV/0!** m²

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{if} = 1{,}5 \times (NA_{max} - El_{ca}) \times \frac{B_{vt}}{3{,}0} =$ **#DIV/0!** m

Comprimento total dos chumbadores:

$L_{pr} = B_{bd} \times L_{bd} =$ **#DIV/0!** m

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

C_{lf} =	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
C_{tfc} =	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{tf} \times L_{if} + C_{ic} \times L_{if} + C_{tf} \times L_{pr} + C_{tfc} \times L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpj} + V_{cpl} + V_{cpo} + V_{cde} + V_{cmv} + V_{cmc} =$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left[0{,}944 \times H_{cp}^{0{,}46} \times (p_w + 1{,}5)^{1{,}54} + 0{,}27 \times p_w \times H_{cp}\right] \times (B_{vt} - B_{ad}) +$$
$$+ \left[0{,}944 \times H_{cp}^{0{,}46} \times (p_v + 1{,}5)^{1{,}54} + 0{,}27 \times p_v \times H_{cp}\right] \times B_{ad} + \left(-0{,}007 \times H_{cp}^2 + 0{,}40 \times H_{cp} + 18\right) \times B_{vt} =$$ **#DIV/0!** **m²**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **COM** ADUFAS

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$$V_{cpj} = d_1 \times 0{,}167 \times H_{cp} \times (B_{bd} + 2{,}0 - B_{ad}) + d_2 \times 0{,}167 \times H_{cp} \times B_{ad} =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$$d_1 = 0{,}75 \times \left[El_{cv} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)\right] =$$ -1,13 m

$$d_2 = 0{,}75 \times \left[El_{ca} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)\right] =$$ -1,13 m

Volume de concreto dos pilares:

$$V_{cpl} = \left(1{,}98 \times H_{cp}^2 + 6{,}0 \times H_{cp} + 6\right) \times \left(N_{cp} + 1\right) \times e_{pl} =$$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto da ponte:

$$V_{cpo} = 6{,}0 \cdot B_{vt} =$$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto da bacia de dissipação:

$$V_{cdo} = \left(L_{bd} \times e_c + 0{,}036 \times R_{bd}^2 + 0{,}375 \times e_c^2\right) \times (B_{bd} + 2{,}0) =$$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto do revestimento vertical da bacia de dissipação:

$$V_{cmv} = 2 \times \left[\left(d_5 \times 0{,}95 \times H_{cp} \times 1{,}0\right) + \frac{d_6^2}{2 \times 0{,}75} + L_{bd} \times (y_2 + 2{,}0) \times 1{,}0\right] =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$$d_5 = 0{,}75 \times \left[NA_{max} - 2{,}0 \times H_{cp} - (El_{bd} - e_c)\right] =$$ 0,00 m

$$d_6 = 0{,}75 \times \left(y_2 + 2{,}0 + e_c - 0{,}95 \times H_{cp}\right) =$$ #DIV/0! m

Volume de concreto do contraforte dos muros da bacia de dissipação

$$V_{cmc} = 2 \times \left[\left(L_{bd} + \frac{d_3 + d_4}{2}\right) \times \left(0{,}25 \times h_1^2 + 0{,}75 \times h_1\right) + \frac{d_3 - d_4}{2} \times \left(0{,}25 \times h_2^2 + 0{,}75 \times h_2\right)\right] =$$ **#DIV/0! m³**

Volume de concreto das adufas:

$$V_{cad} = V_{cac} + V_{cpl} - V_{cae} =$$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto na parte da soleira das adufas:

$$V_{cac} = (0{,}24 \times H_{ad} + 2) \times B_{ad} =$$ #DIV/0! m³

Volume dos pilares das adufas:

$$V_{cpl} = \left(0{,}16 \times H_{ad}^2 + 2{,}7 \times H_{ad} + 8\right) \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$$ #DIV/0! m³

Volume das entradas das adufas (a ser descontado do volume da ogiva):

$$V_{cae} = (0{,}38 \times H_{ad} + 0{,}2) \times H_{ad} \times N_{ad} \times B_{tad} =$$ #DIV/0! m³

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **COM** ADUFAS

Quantidade de cimento e armadura:
Volume de concreto com taxas de cimento e armadura maiores que as da ogiva:

$V_{cen} = V_{cet} + V_{ces} + V_{cep} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto do teto das adufas: $V_{cet} = (0{,}27 \times H_{cp} + d_{14}) \times 0{,}25 \times H_{ad} \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto da soleira das adufas: $V_{ces} = (0{,}27 \times H_{cp} + d_{15}) \times 1{,}5 \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto dos pilares das adufas: $V_{cep} = \left(0{,}27 \times H_{cp} + \frac{d_{14} + d_{15}}{2}\right) \times H_{ad} \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$ #DIV/0! m³

onde:

$d_{14} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0{,}46} \times (p_v - H_{ad})^{0{,}54} =$ #DIV/0! m

$d_{15} = 1{,}46 \cdot H_{cp}^{0{,}46} \cdot p_v^{0{,}54} =$ 0,00 m

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor, soleira e entrada das adufas	200	20
Bacia de dissipação e defletor	250	50
Pilares e muros	250	80
Ponte	300	100
Com taxas maiores	50	60

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor, soleira e entrada das adufas	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Bacia de dissipação e defletor	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Ponte	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Com taxas maiores	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	69,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

c) EQUIPAMENTOS DO VERTEDOURO

Parâmetro: $z = \frac{B_{cp}^2 \times H_{cp} \times H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:

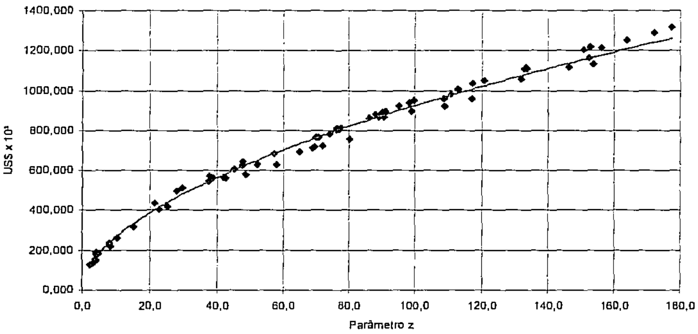
$H_x = H_{cp}$ (Carga hidrostática máxima na soleira da comporta)

▷ COMPORTAS SEGMENTO

Custo de aquisição: (do gráfico B.21)

$\$ = 76.727 \cdot z^{0.5406} =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $2,0 \le z \le 180$)

Gráfico B.21 - Custo da Comporta Segmento de Superfície do Vertedouro

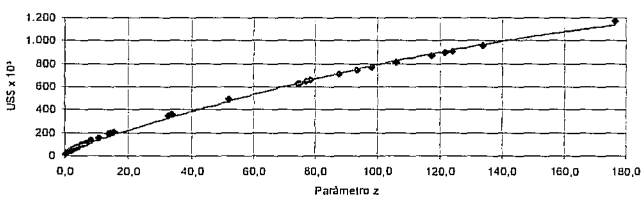


▷ COMPORTA ENSECADEIRA

Custo de aquisição: (do gráfico B.24)

$\$ = -16.4 \times z^2 + 9.080 \times z + 46.419 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0,3 \le z \le 180$)

Gráfico B.24 - Custo unitário de Comporta Ensecadeira de Superfície



▷ PARTES FIXAS

Custo global de aquisição:

$\$ = N_{cp} \times \left[2 \times \left(H_{cp} + H_{bl}\right) + B_{cp}\right] \times 800 =$ **#DIV/0! US$**

sendo:

$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

▹ GUINDASTE

Custo de aquisição: (do gráfico B.26)

Se $0{,}3 \le z \le 20$: $\$ = 16{,}5 \times z^3 - 917 \times z^2 + 17.439 \times z + 44.798$

Se $20 < z \le 180$: $\$ = -3{,}4 \times z^2 + 2.722{,}9 \times z + 107.990$

Assim, com z = #DIV/0! , tem-se para o custo de aquisição do pórtico rolante:

$ = **#DIV/0! US$/pórtico**

Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro

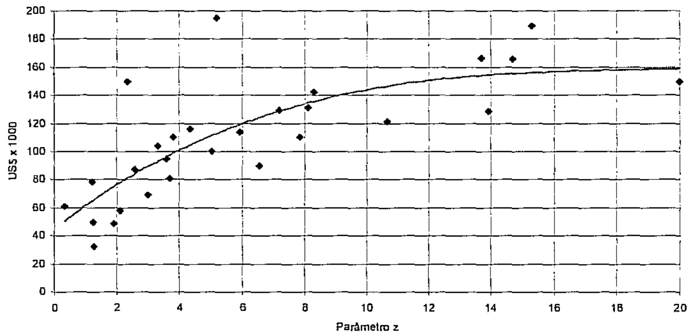
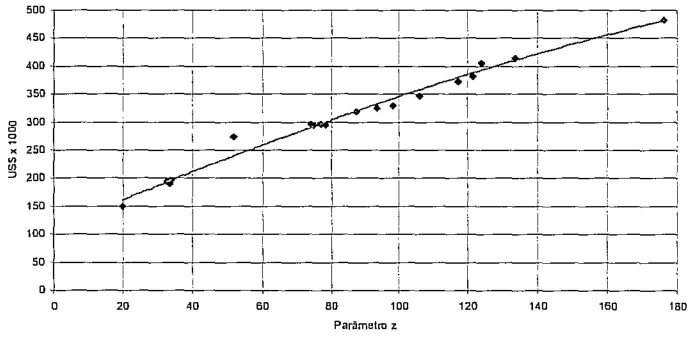


Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro



COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **COM** ADUFAS

d) EQUIPAMENTOS DAS ADUFAS DE DESVIO

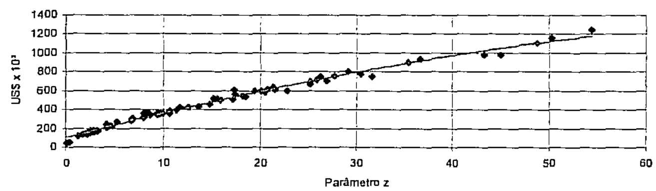
Parâmetro: $z = \frac{B_{1ad}^2 \times H_{ad} \times H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:
$H_x = NA_{max} - El_{ca} =$ 0,00 m (Carga hidrostática máxima no fundo da comporta)

▹ COMPORTAS DE EMERGÊNCIA
Custo de aquisição: (do gráfico B.23)

$\$ = -138,2 \times z^2 + 27.333 \times z + 100.680 =$ **#DIV/0!** **US$** (para $0,1 \le z \le 55$)

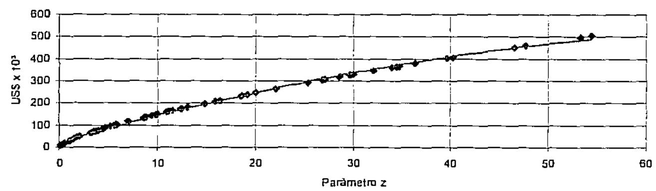
Gráfico B.23 - Custo Unitário de Comportas tipo Vagão



▹ COMPORTA DE FECHAMENTO DO DESVIO
Custo de aquisição: (do gráfico B.25)

$\$ = -77 \cdot z^2 + 12.781 \cdot z + 23.323 =$ **#DIV/0!** **US$/comporta** (para $0,1 \le z \le 55$)

Gráf. B.25 - Custo Unitário de Comporta Ensecadeira de Fundo



▹ PARTES FIXAS
Custo global de aquisição:

$\$ = 2 \cdot N_{ad} \cdot (H_x + H_{bl}) \cdot 800 =$ **0 US$**

▹ GUINDASTE
Usar grua de construção

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, CONTROLADO	Cálculo: Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

7. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = [illegible],00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.16.24	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23	Equipamento de fechamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.16	Comporta de emergência sem guincho	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl		0,00	0	#DIV/0!
.12.16.24.23.17	Comporta ensecadeira de montante	un	-1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl		0,00	0	#DIV/0!
.12.16.24.23.17	Comporta ensecadeira de jusante	un			0	#DIV/0!
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl			0	#DIV/0!
.12.16.24.23.20	Guindaste	un			0	#DIV/0!
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.20	Guindaste	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

k_v =			(Coeficiente para determinação da altura inicial das comportas: 0,65 - 2 comportas; 0,55 - 3 comportas; 0,45 - 5 comportas; 0,35 - 10 comportas)
H_{cp} =		m	(Altura das comportas. Sugere-se 0 m, ver página 2)
Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação)
m_m =		m	(Inclinação do paramento de montante da ogiva, inclinação horizontal para um desnível de 1,0 m)
i_{cl} =			(Declividade da calha, tangente do valor absoluto do ângulo com a horizontal)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)

Dados para a quantificação:

El_{ta} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tc} =			(Cota média do terreno na área da calha, exclusivamente)
El_{tda} =			(Cota média do terreno na área da bacia de dissipação, exclusivamente)
e_{ta} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)
e_c =		m	(Espessura do revestimento de concreto da soleira da bacia de dissipação)

Bacia de dissipação:

Arbitra-se valores para El_{bd} até que o valor calculado seja igual ao arbitrado. A mensagem informa se o valor arbitrado está correto ou se deve ser maior ou menor. Pode ser necessário diminuir dependendo do número de Froude (ver página 4).

El_{bd} = ===> #DIV/0!

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

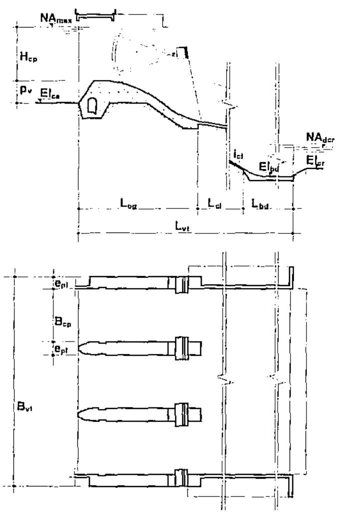


Fig. 5.8.5.06 Seção típica de vertedouro de superfície do tipo de encosta controlado por comportas, com bacia de dissipação.

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **RELAÇÃO RECOMENDADA ENTRE LARGURA E ALTURA DAS COMPORTAS:**

$1{,}0 \leq H_{cp}/B_{cp} \leq 1{,}4$ ===> #DIV/0!

▹ **SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS:**

0 m.

▹ **NÚMERO DE FROUDE:**

#DIV/0!

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

3. DIMENSIONAMENTO

▷ SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS

$H_{cp} = k_v \times Q_v^{0,4} =$ 0,00 m $\leq 21,0$ m Assim: $H_{cp} =$ **0,00 m**

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_v = NA_{max} - H_{cp} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação)

$z = \frac{p_v}{H_{cp}} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se o paramento de montante tem inclinação 1:3, tem-se:

$0,100 \leq z \leq 0,505 \Rightarrow C_d = 2,4283 \times z^3 - 3,5181 \times z^2 + 1,9125 \times z + 1,7265$

$0,505 < z \leq 0,755 \Rightarrow C_d = 0,2514 \times z^3 - 0,6927 \times z^2 + 0,6896 \times z + 1,9033$

$0,755 < z \leq 1,800 \Rightarrow C_d = 0,02 \times z^3 - 0,0985 \times z^2 + 0,1782 \times z + 2,0508$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 2:3, tem-se:

$0,100 \leq z \leq 0,497 \Rightarrow C_d = 2,5495 \times z^3 - 3,6032 \times z^2 + 1,8832 \times z + 1,7678$

$0,497 < z \leq 0,759 \Rightarrow C_d = 0,2261 \times z^3 - 0,6256 \times z^2 + 0,6137 \times z + 1,9481$

$0,759 < z \leq 1,800 \Rightarrow C_d = 0,0242 \times z^3 - 0,1143 \times z^2 + 0,1775 \times z + 2,0734$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 3:3, tem-se:

$0,100 \leq z \leq 0,524 \Rightarrow C_d = 1,9507 \times z^3 - 2,9011 \times z^2 + 1,5498 \times z + 1,8274$

$0,524 < z \leq 0,813 \Rightarrow C_d = 0,1592 \times z^3 - 0,4409 \times z^2 + 0,4248 \times z + 1,9984$

$0,813 < z \leq 1,800 \Rightarrow C_d = 0,0159 \times z + 2,1256$

$C_d =$ #DIV/0!

Para o valor de z calculado neste aproveitamento com inclinação do paramento 1: , tem-se:

$C_d =$ **FALSO**

b) LARGURA REAL DOS VÃOS

$B_{rvt} = \frac{Q_v}{C_d \times H_{cp}^{3/2}} =$ **#DIV/0!** **m**

c) NÚMERO DE COMPORTAS

$N_{cp} = \text{int}\left(\frac{B_{rvt}}{H_{cp}} + 0,999\right) =$ **#DIV/0! unidades**

d) LARGURA DAS COMPORTAS

$B_{cp} = 0,05 \times \text{int}\left(\frac{1}{0,05} \times \frac{B_{rvt}}{N_{cp}} + 0,5\right) =$ **#DIV/0!** **m**

Verificação: $1,0 \leq \frac{H_{cp}}{B_{cp}} \leq 1,4$ ===> $\frac{H_{cp}}{B_{cp}} =$ #DIV/0! #DIV/0!

e) ESPESSURA DOS PILARES

$e_{pl} = 0,12 \times H_{cp} + 2,4 =$ **2,40 m**

f) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$B_{vt} = (N_{cp} + 1) \times e_{pl} + N_{cp} \times B_{cp} =$ **#DIV/0!** **m**

g) LARGURA DA CALHA

$B_{cl} = (N_{cp} - 1) \times e_{pl} + N_{cp} \times B_{cp} =$ **#DIV/0!** **m**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

h) COMPRIMENTO DA OGIVA

$L_{og} = 1{,}66 \times H_{cp} - \frac{2}{3} \times p_v =$ **0,00 m**

i) COMPRIMENTO DA CALHA

$L_{cl} = \frac{NA_{max} - 1{,}69 \times H_{cp} - El_{bd}}{i_{cl}} =$ **#DIV/0!** m

j) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$L_{vt} = L_{og} + L_{cl} + L_{bd} =$ **#DIV/0!** m

4. BACIA DE DISSIPAÇÃO

Largura da bacia de dissipação

$B_{bd} = B_{cl} =$ **#DIV/0!** m

Elevação do piso da bacia

$v_1 = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{max} - El_{bd})}$ $y_1 = \frac{Q_c}{B_{bd} \times v_1}$ $Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g \times y_1}}$

$y_2 = \frac{y_1}{2} \times \left(\sqrt{(1 + 8 \times Fr_1^2)} - 1\right)$ $El_{bd} = NA_{ccr} - y_2$ k = 0,90

El_{bd} (arb)	v_1	y_1	Fr_1	y_2	El_{bd} (calc)
0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Conclusão: $y_1 =$ **#DIV/0!** m $y_2 =$ **#DIV/0!** m
$Fr_1 =$ **#DIV/0!** $El_{bd} =$ **0,00**

Raio de curvatura na entrada da bacia

$R_{bd} = 3 \times y_1 =$ **#DIV/0!** m

Comprimento da bacia

$L_{bd} = 6 \times y_2 + R_{bd} \times \tan\left[\frac{a\tan(i_{cl})}{2}\right] =$ **#DIV/0!** m

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

5. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \times \left(0,6 \times h_{rai} + e_{te}\right)\right] \times e_{te}$$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times \left(e_{pl} - 1,0\right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ta0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ta1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ta2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \times e_{te} \times B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \times \left(0,6 \times h_{rri} + e_{te}\right)\right] \times e_{te}$$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1,0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{tr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{tr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{tr2} =$	#DIV/0!	m³

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rcl} + V_{rbc} + V_{rde} + V_{rbe} + V_{rcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0,6 \times h_{rai}) \times h_{rai}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pl} - 1,0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{lai} - El_{cv} - e_{ta}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ra0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ra1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ra2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = L_{og} \times \left[El_{te} - e_{te} - (El_{ca} - 2)\right] \times B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha na área da calha:

$V_{rcl} = L_{cl} \times \left[El_{te} - e_{te} - (El_{cm} - 0,7)\right] \times (B_{cl} + 2) =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho da calha:

$V_{rbc} = 2 \times L_{cl} \times 0,3 \times h_{rc}^2 =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$h_{rc} = El_{tc} - e_{te} - (El_{cm} - 0,7) =$ 0,70 m

$El_{cm} = \frac{NA_{max} - 1,69 \times H_{cp} + El_{bd}}{2} =$ 0,00

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0,6 \times h_{rri}) \times h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1,0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{ta}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rde} = L_{bd} \times \left[El_{te} - e_{te} - \left(El_{bd} - e_c\right)\right] \times \left(B_{bd} + 2\right) =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho da bacia de dissipação:

$V_{rde} = 2 \times L_{bd} \times 0{,}3 \times h_{re}^2 =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$h_{re} = El_{tde} - e_{te} - \left(NA_{ccr} - 5{,}0\right) =$ 5,00 m

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \times L_{vt} =$ **#DIV/0!** **m²**

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{tf} = 1{,}5 \times \left(NA_{max} - El_{ca}\right) \times \frac{B_{vt}}{3{,}0} =$ **#DIV/0!** **m** (Para linha de drenagem e cortina de injeção)

Comprimento total dos chumbadores:

$L_{pr} = B_{bd} \times L_{bd} =$ **#DIV/0!** **m**

Custo total de Limpeza e Tratamento de Fundação

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
$C_{pr} =$	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} + C_{tf} \times L_{pr} + C_{pr} \times L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpl} + V_{cpo} + V_{ccl} + V_{cde} + V_{cmv} =$$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left(0{,}165 \times H_{cp}^2 + 0{,}67 \times p_v \times H_{cp} + 0{,}84 \times p_v^2 + 32\right) \times B_{vt} =$$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto dos pilares:

$$V_{cpl} = \left(N_{cp} + 1\right) \times e_{pl} \times \left(1{,}85 \times H_{cp}^2 + 7{,}1 \times H_{cp} + 15\right) =$$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto da ponte:

$$V_{cpo} = 6{,}0 \times B_{vt} =$$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto da bacia de dissipação:

$$V_{cde} = L_{bd} \times e_c \times \left(B_{bd} + 2{,}0\right) =$$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto do revestimento vertical da bacia de dissipação:

$$V_{cmv} = 2 \times \left[L_{bd} \times \left(2{,}0 + y_2 + e_c\right) + \frac{d_1^2}{2 \times i_{cl}}\right] \times 1{,}0 =$$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$$d_1 = 2{,}0 + y_2 - H_{cl} =$$ #DIV/0! m

$$H_{cl} = 0{,}95 \times H_{cp} =$$ 0,00 m

Volume de concreto da calha incluindo muros:

$$V_{ccl} = L_{cl} \times \left[0{,}7 \times B_{cl} + 2 \times \left(H_{cl} + 0{,}7\right) \times 1{,}0\right] =$$ **#DIV/0! m³**

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva	200	20
Pilares, calha, bacia de dissipação e muros	250	80
Ponte	300	100

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	(t)	(t)	Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Ogiva	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Pilares, calha, bacia de dissipação e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Ponte	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

JUSTIÇA FEDERAL Fls 1290

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

c) EQUIPAMENTOS DO VERTEDOURO

Parâmetro: $z = \frac{B_{cp}^2 \times H_{cp} \times H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:

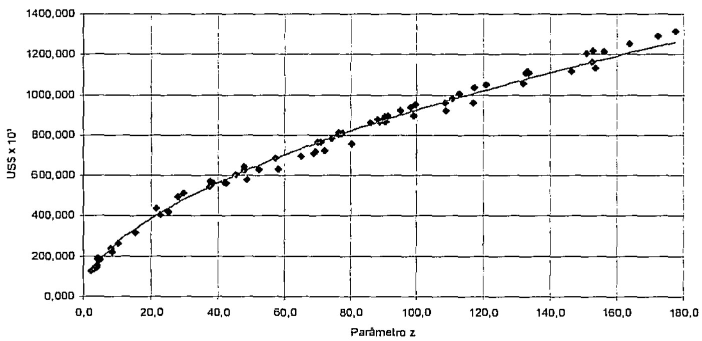
$H_x = H_{cp}$ (Carga hidrostática máxima na soleira da comporta)

▹ COMPORTAS SEGMENTO

Custo de aquisição: (do gráfico B.21)

$\$ = 76.727 \times z^{0.5406} =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $2{,}0 \le z \le 180$)

Gráfico B.21 - Custo da Comporta Segmento de Superfície do Vertedouro

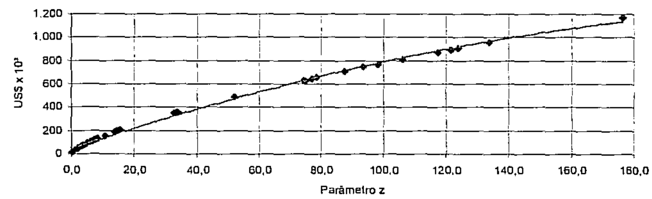


▹ COMPORTA ENSECADEIRA

Custo de aquisição: (do gráfico B.24)

$\$ = -16{,}4 \times z^2 + 9.080 \times z + 46.419 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0{,}3 \le z \le 180$)

Gráfico B.24 - Custo unitário de Comporta Ensecadeira de Superfície



▹ PARTES FIXAS

Custo global de aquisição:

$\$ = N_{cp} \times \left[2 \times \left(H_{cp} + H_{bl}\right) + B_{cp}\right] \times 800 =$ **#DIV/0! US$**

sendo:

$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

▹ GUINDASTE

Custo de aquisição: (do gráfico B.26)

Se $0{,}3 \le z \le 20$: $\$ = 16{,}5 \times z^3 - 917 \times z^2 + 17.439 \times z + 44.798$

Se $20 < z \le 180$: $\$ = -3{,}4 \times z^2 + 2.722{,}9 \times z + 107.990$

Assim, com z = #DIV/0! , tem-se para o custo de aquisição do pórtico rolante:

$ = #DIV/0! US$/pórtico

Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro

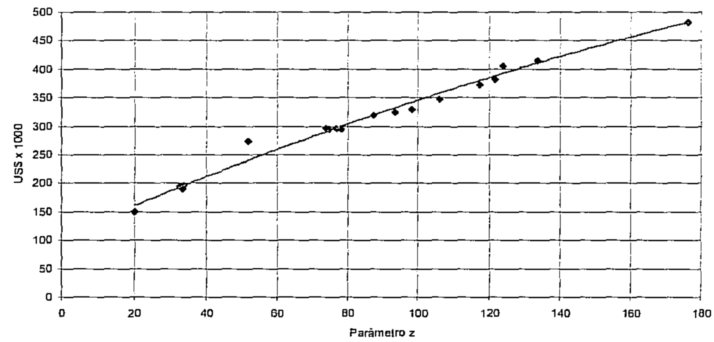
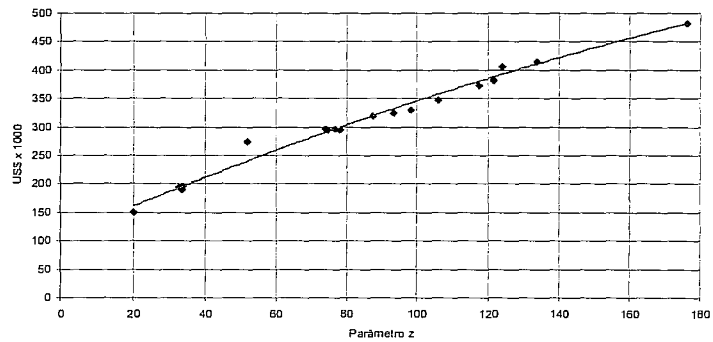


Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro



Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE ENCOSTA CONTROLADO POR COMPORTA	Cálculo: Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

6. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un			0	0
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.20	Guindaste	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

COM SALTO DE ESQUI

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

k_v =			(Coeficiente para determinação da altura inicial das comportas: 0,65 - 2 comportas; 0,55 - 3 comportas; 0,45 - 5 comportas; 0,35 - 10 comportas)
H_{cp} =		m	(Altura das comportas. Sugere-se 0 m, ver página 2)
Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação às adufas)
m_m =		m	(Inclinação do paramento de montante da ogiva, inclinação horizontal para um desnível de 1,0 m)
i_{cl} =			(Declividade da calha, tangente do valor absoluto do ângulo com a horizontal)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)

Dados para a quantificação:

El_{to} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tc} =			(Cota média do terreno na área da calha, exclusivamente)
El_{tde} =			(Cota média do terreno na área da salto de esqui, exclusivamente)
e_{to} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{t2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte sem adufas)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)

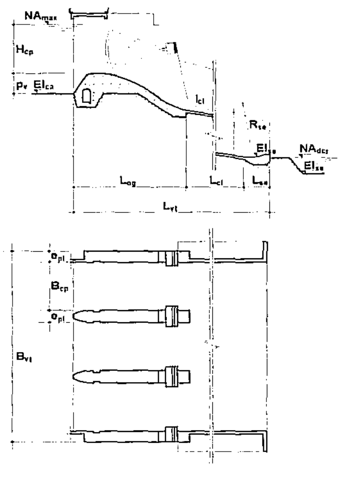


Fig. 5.8.6.07 Seção típica de vertedouro de superfície do tipo de encosta controlado por comportas, com salto de esqui.

COM SALTO DE ESQUI

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **RELAÇÃO RECOMENDADA ENTRE LARGURA E ALTURA DAS COMPORTAS:**

$1{,}0 \le H_{cp}/B_{cp} \le 1{,}4$ ===> #DIV/0!

▹ **SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS:**

0 m.

3. DIMENSIONAMENTO

▹ SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS

$H_{cp} = k_v \times Q_v^{0,4} =$ 0,00 m $\le 21{,}0$ m Assim: $H_{cp} =$ **0,00 m**

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_v = NA_{max} - H_{cp} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação)

$z = \dfrac{p_v}{H_{cp}} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se o paramento de montante tem inclinação 1:3, tem-se:

$0{,}100 \le z \le 0{,}505 \Rightarrow C_d = 2{,}4283 \times z^3 - 3{,}5181 \times z^2 + 1{,}9125 \times z + 1{,}7265$

$0{,}505 < z \le 0{,}755 \Rightarrow C_d = 0{,}2514 \times z^3 - 0{,}6927 \times z^2 + 0{,}6896 \times z + 1{,}9033$

$0{,}755 < z \le 1{,}800 \Rightarrow C_d = 0{,}02 \times z^3 - 0{,}0985 \times z^2 + 0{,}1782 \times z + 2{,}0508$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 2:3, tem-se:

$0{,}100 \le z \le 0{,}497 \Rightarrow C_d = 2{,}5495 \times z^3 - 3{,}6032 \times z^2 + 1{,}8832 \times z + 1{,}7678$

$0{,}497 < z \le 0{,}759 \Rightarrow C_d = 0{,}2261 \times z^3 - 0{,}6256 \times z^2 + 0{,}6137 \times z + 1{,}9481$

$0{,}759 < z \le 1{,}800 \Rightarrow C_d = 0{,}0242 \times z^3 - 0{,}1143 \times z^2 + 0{,}1775 \times z + 2{,}0734$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 3:3, tem-se:

$0{,}100 \le z \le 0{,}524 \Rightarrow C_d = 1{,}9507 \times z^3 - 2{,}9011 \times z^2 + 1{,}5498 \times z + 1{,}8274$

$0{,}524 < z \le 0{,}813 \Rightarrow C_d = 0{,}1592 \times z^3 - 0{,}4409 \times z^2 + 0{,}4248 \times z + 1{,}9984$

$0{,}813 < z \le 1{,}800 \Rightarrow C_d = 0{,}0159 \times z + 2{,}1256$

$C_d =$ #DIV/0!

Para o valor de z calculado neste aproveitamento com inclinação do paramento 1: , tem-se:

$C_d =$ **FALSO**

b) LARGURA REAL DOS VÃOS

$B_{rvt} = \dfrac{Q_v}{C_d \times H_{cp}^{3/2}} =$ **#DIV/0! m**

c) NÚMERO DE COMPORTAS

$N_{cp} = \text{int}\left(\dfrac{B_{rvt}}{H_{cp}} + 0{,}999\right) =$ **#DIV/0! unidades**

d) LARGURA DAS COMPORTAS

$B_{cp} = 0{,}05 \times \text{int}\left(\dfrac{1}{0{,}05} \times \dfrac{B_{rvt}}{N_{cp}} + 0{,}5\right) =$ **#DIV/0! m**

Verificação: $1{,}0 \le \dfrac{H_{cp}}{B_{cp}} \le 1{,}4$ ===> $\dfrac{H_{cp}}{B_{cp}} =$ #DIV/0! #DIV/0!

COM SALTO DE ESQUI

e) ESPESSURA DOS PILARES

$e_{pl} = 0{,}12 \times H_{cp} + 2{,}4 =$ **2,40 m**

f) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$B_{vt} = \left(N_{cp} + 1\right) \times e_{pl} + N_{cp} \cdot B_{cp} =$ **#DIV/0! m**

g) LARGURA DA CALHA

$B_{cl} = \left(N_{cp} - 1\right) \times e_{pl} + N_{cp} \cdot B_{cp} =$ **#DIV/0! m**

h) COMPRIMENTO DA OGIVA

$L_{og} = 1{,}66 \times H_{cp} - \frac{2}{3} \times p_v =$ **0,00 m**

i) COMPRIMENTO DA CALHA

$L_{cl} = \frac{NA_{max} - 1{,}69 \times H_{cp} - El_{se} - 0{,}03 \times R_{se}}{i_{cl}} =$ **#DIV/0! m**

j) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$L_{vt} = L_{og} + L_{cl} + L_{se} =$ **#DIV/0! m**

4. SALTO DE ESQUI

Largura do salto de esqui:

$B_{se} = B_{cl} =$ **#DIV/0! m**

Cota da soleira do salto de esqui:

$El_{se} = NA_{ccr} + 1{,}0 \geq El_{cr}$ Assim, $El_{se} =$ **1,00**

Raio de curvatura do salto de esqui:

$R_{se} = 3 \times y =$ **#DIV/0! m**

sendo:

$y = \frac{Q_c}{B_{bd} \times v} =$ #DIV/0! m

$v = \sqrt{k \times 2 \times g \times \left(NA_{max} - El_{se}\right)} =$ #NÚM! m/s (Velocidade da lâmina de água no salto de esqui)

$k =$ 0,90

Comprimento do salto de esqui:

$L_{se} = 0{,}80 \cdot R_{se} + 1{,}5 =$ **#DIV/0! m**

COM SALTO DE ESQUI

5. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2} \right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \cdot \left(0,6 \cdot h_{rai} + e_{te} \right) \right] \cdot e_{te}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot \left(e_{pl} - 1,0 \right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{ca} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ta0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ta1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ta2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \cdot e_{te} \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

COM SALTO DE ESQUI

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2} \right) \times \frac{L_{cr}}{3} = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te} \right) \right] \cdot e_{te}$$

com:

$B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{tr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{tr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{tr2} =$	#DIV/0!	m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rcl} + V_{rbc} + V_{rde} + V_{rbe} + V_{rcr} = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2} \right) \times \frac{L_{ca}}{3} = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{rai} = \left(B_{ca} - 6 + 0{,}6 \times h_{rai} \right) \times h_{rai}$$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times \left(e_{pl} - 1{,}0 \right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ra0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ra1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ra2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$$V_{rog} = L_{og} \cdot \left[El_{te} - e_{te} - \left(El_{ca} - 2 \right) \right] \cdot B_{vt} = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

Volume de escavação em rocha na área da calha:

$$V_{rcl} = L_{cl} \cdot \left[El_{te} - e_{te} - \left(El_{cm} - 0{,}7 \right) \right] \cdot \left(B_{cl} + 2 \right) = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho da calha:

$$V_{rbc} = 2 \cdot L_{cl} \cdot 0{,}3 \cdot h_{rc}^2 = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

$$h_{rc} = El_{tc} - e_{te} - \left(El_{cm} - 0{,}7 \right) = \quad 0{,}20 \text{ m}$$

$$El_{cm} = \frac{NA_{max} - 1{,}69 \times H_{cp} + El_{se}}{2} = \quad 0{,}50$$

COM SALTO DE ESQUI

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0{,}6 \times h_{rri}) \times h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{rr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{rr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{rr2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rdo} = L_{se} \times [El_{te} - e_{te} - (El_{se} - 2)] \cdot (B_{se} + 2) =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho da bacia de dissipação:

$V_{rbe} = 2 \cdot L_{se} \cdot 0{,}3 \cdot h_{rs}^2 =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$h_{rs} = El_{tdo} - e_{te} - (El_{se} - 2{,}0) =$ 1,00 m

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \times L_{vt} =$ **#DIV/0!** m²

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{if} = 1{,}5 \times (NA_{max} - El_{co}) \times \frac{B_{vt}}{3{,}0} =$ **#DIV/0!** m **(Para linha de drenagem e cortina de injeção)**

Custo total de limpeza e tratamento de fundação:

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{if} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{tlf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{if} \times L_{if} + C_{ic} \times L_{if} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM SALTO DE ESQUI

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpl} + V_{cpo} + V_{ccl} + V_{cde} + V_{cmv} =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto da ogiva:

$V_{cog} = \left(0{,}165 \cdot H_{cp}^2 + 0{,}67 \cdot p_v \cdot H_{cp} + 0{,}84 \cdot p_v^2 + 32\right) \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto dos pilares:

$V_{cpl} = \left(N_{cp} + 1\right) \cdot e_{pi} \cdot \left(1{,}85 \cdot H_{cp}^2 + 7{,}1 \cdot H_{cp} + 15\right) =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto da ponte:

$V_{cpo} = 6{,}0 \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto do salto de esqui:

$V_{cde} = \left(0{,}12 \cdot R_{se}^2 + 0{,}93 \cdot R_{se} + 0{,}53\right) \cdot \left(B_{se} + 2{,}0\right) =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto do revestimento vertical da salto de esqui:

$V_{cmv} = 2 \cdot L_{se} \cdot H_{ct} \cdot 1{,}0 =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

$H_{cl} = 0{,}95 \cdot H_{cp} =$ 0,00 m

Volume de concreto da calha incluindo muros:

$V_{ccl} = L_{cl} \cdot \left[0{,}7 \cdot B_{cl} + 2 \cdot \left(H_{cl} + 0{,}7\right) \cdot 1{,}0\right] =$ **#DIV/0!** m^3

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva	200	20
Pilares, calha, salto de esqui e muros	250	80
Ponte	300	100

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	(t)	(t)	Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Ogiva	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Pilares, calha, salto de esqui e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Ponte	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

COM SALTO DE ESQUI

c) EQUIPAMENTOS DO VERTEDOURO

Parâmetro: $z = \frac{B_{cp}^2 \times H_{cp} \times H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:

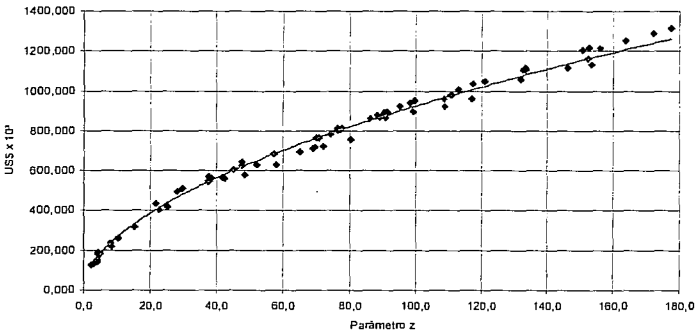
$H_x = H_{cp}$ (Carga hidrostática máxima na soleira da comporta)

▹ COMPORTAS SEGMENTO

Custo de aquisição: (do gráfico B.21)

$\$ = 76.727 \times z^{0,5406} =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $2,0 \leq z \leq 180$)

Gráfico B.21 - Custo da Comporta Segmento de Superfície do Vertedouro

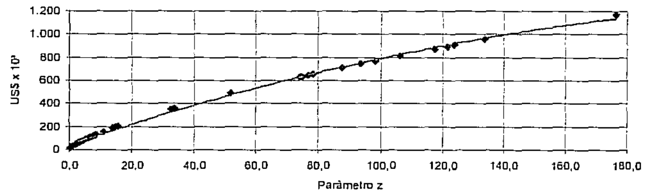


▹ COMPORTA ENSECADEIRA

Custo de aquisição: (do gráfico B.24)

$\$ = -16,4 \times z^2 + 9.080 \times z + 46.419 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0,3 \leq z \leq 180$)

Gráfico B.24 - Custo unitário de Comporta Ensecadeira de Superfície



▹ PARTES FIXAS

Custo global de aquisição:

$\$ = N_{cp} \times \left[2 \times \left(H_{cp} + H_{bl}\right) + B_{cp}\right] \times 800 =$ **#DIV/0! US$**

sendo:

$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

COM SALTO DE ESQUI

▷ GUINDASTE

Custo de aquisição: (do gráfico B.26)

Se $0,3 \leq z \leq 20$: $\$ = 16,5 \times z^3 - 917 \times z^2 + 17.439 \times z + 44.798$

Se $20 < z \leq 180$: $\$ = -3,4 \times z^2 + 2.722,9 \times z + 107.990$

Assim, com z = #DIV/0! , tem-se para o custo de aquisição do pórtico rolante:

$ = **#DIV/0! US$/pórtico**

Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro

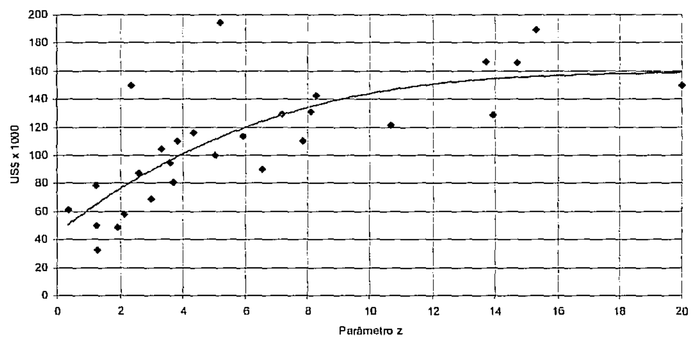
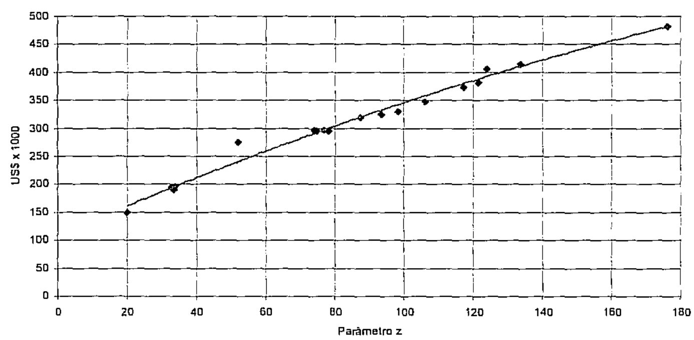


Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro



Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE ENCOSTA CONTROLADO POR COMPORTA	Cálculo: Verificação:

COM SALTO DE ESQUI

6. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un			0	0
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.20	Guindaste	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.17	Outros custos	gl	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, CONTROLADO	Verificação:

COM SALTO DE ESQUI E SEM ADUFAS

JUSTIÇA FEDERAL Fls. 12973

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

k_v =			(Coeficiente para determinação da altura inicial das comportas: 0,6 - 2 comportas; 0,5 - 3 comportas; 0,4 - 5 comportas; 0,3 - 10 comportas)
H_{cp} =		m	(Altura das comportas. Sugere-se 0 m, ver página 2)
Q_v =		m^3/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m^3/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
N_{cp} =			(Número de comportas. #DIV/0!

Dados para a quantificação:

El_{lo} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{ldo} =			(Cota média do terreno na área do salto de esqui, exclusivamente)
e_{lo} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)

COM SALTO DE ESQUI E SEM ADUFAS

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**
#DIV/0!

▹ **RELAÇÃO RECOMENDADA ENTRE LARGURA E ALTURA DAS COMPORTAS:**
$1,0 \le H_{cp}/B_{cp} \le 1,4$ ===> #DIV/0!

▹ **SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS:**
0 m.

3. DIMENSIONAMENTO

▹ SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS

$H_{cp} = k_v \times Q_v^{0,4} =$ 0,00 m $\le 21,0$ m Assim: $H_{cp} =$ **0,00 m**

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_{vv} = NA_{max} - H_{cp} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação ao vertedouro.)

$z = \frac{p_{vv}}{H_{cp}} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $z \le 0,475$:
$C_d' = 2,535 \times z^3 - 3,61 \times z^2 + 1,96 \times z + 1,702$

Se $0,475 < z \le 1,2$:
$C_d' = 0,145 \times z^3 - 0,475 \times z^2 + 0,559 \times z + 1,916$

Se $1,2 < z \le 3,0$:
$C_d' = -0,0072 \times z^2 + 0,0442 \times z + 2,112$

Se $z > 3,0$:
$C_d' = 2,18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ **#DIV/0!**

AFOGAMENTO POR JUSANTE

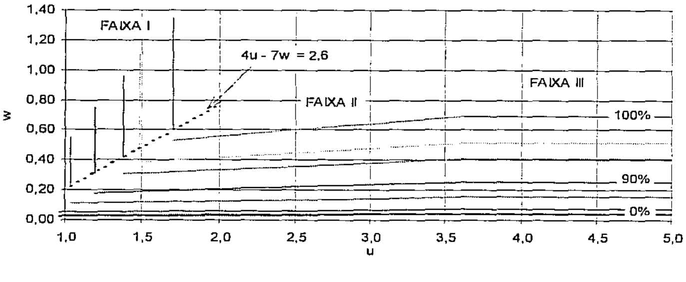
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{max} - El_{cr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{max} - NA_{xcr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0!

$-4 \times u + 7 \times w + 2,6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

FAIXA I : Para $-4u + 7w + 2,6 \geq 0$:

$$k_c = -0,952 \times \left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0,956 \times \left(\frac{1}{u}\right) + 0,767 \qquad \leq 1 \qquad \text{\#DIV/0! \#DIV/0!}$$

FAIXA II : Para $u < 3,6$ e $-4u + 7w + 2,6 < 0$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4 \times (u+5)}{860 \times w} \qquad \leq 1 \qquad \text{\#DIV/0! \#DIV/0!}$$

FAIXA III : Para $u \geq 3,6$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4}{100 \times w} \qquad \leq 1 \qquad \text{\#DIV/0! \#DIV/0!}$$

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:

$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \cdot C'_d =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$$B_{uvt} = \frac{Q_v}{C_d \times H_{cp}^{3/2}} =$$ **#DIV/0!** **m**

c) LARGURA REAL DOS VÃOS

$$B_{rvt} = B_{uvt} + 0,2 \cdot H_{cp} =$$ **#DIV/0!** **m**

d) SUGESTÃO PARA NÚMERO DE COMPORTAS

$$N_{cp} = \text{int}\left(\frac{B_{rvt}}{H_{cp}} + 0,999\right) =$$ **#DIV/0! unidades**

e) LARGURA DAS COMPORTAS

$$B_{cp} = 0,05 \times \text{int}\left(\frac{1}{0,05} \times \frac{B_{rvt}}{N_{cp}} + 0,5\right) =$$ **#DIV/0!** **m**

Verificação: $1,0 \leq \frac{H_{cp}}{B_{cp}} \leq 1,4$ ===> $\frac{H_{cp}}{B_{cp}} =$ #DIV/0! #DIV/0!

f) ESPESSURA DOS PILARES

$$e_{pl} = 0,12 \times H_{cp} + 2,4 =$$ **2,40 m**

g) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$$B_{vt} = (N_{cp} + 1) \times e_{pl} + N_{cp} \cdot B_{cp} =$$ **#DIV/0!** **m**

h) COMPRIMENTO DA OGIVA

$$L_{og} = 1,46 \cdot H_{cp}^{0,46} \cdot (p_{vv} + 1,5)^{0,54} + 0,27 \cdot H_{cp} =$$ **0,00 m**

i) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$$L_{vt} = L_{og} + L_{se} =$$ **#DIV/0!** **m** (Com L_{se} definido adiante)

COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

4. SALTO DE ESQUI

Largura do salto de esqui:

$B_{se} = (N_{cp} - 1) \cdot e_{pi} + N_{cp} \cdot B_{cp} =$ **#DIV/0!** **m**

Cota da soleira do salto de esqui:

$El_{se} = NA_{ccr} + 1{,}0 =$ 1,00 $(\geq El_{cr})$ Assim: $El_{se} =$ **1,00**

Raio de curvatura do salto de esqui:

$R_{se} = 3 \times y =$ **#DIV/0!** **m**

sendo:

$y = \dfrac{Q_c}{B_{se} \times v} =$ #DIV/0!

$v = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{max} - El_{se})} =$ #NÚM! m/s

$k =$ 0,90

Comprimento do salto de esqui na fundação:

$L_{se} = d_{16} + 1{,}286 \times R_{se} - d_{12} =$ #DIV/0! m (≥ 0) Assim: $L_{se} =$ **#DIV/0!** **m**

sendo:

$d_{16} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_w - h_5)^{0.54} =$ #DIV/0! m

$d_{12} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_v + 1{,}5)^{0.54} =$ 0,00 m

$h_5 = El_{se} + 0{,}6 \times R_{se} - El_{cr} =$ #DIV/0! m

COM SALTO DE ESQUI E SEM ADUFAS

5. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \cdot (0{,}6 \cdot h_{rai} + e_{te})\right] \cdot e_{te}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pl} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ta0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ta1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ta2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \cdot e_{te} \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \cdot (0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te})\right] \cdot e_{te}$

com:

$B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{tr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{tr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{tr2} =	#DIV/0!	m³

COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rpj} + V_{rde} + V_{rcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{cn}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0{,}6 \times h_{rai}) \times h_{rai}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot (e_{pi} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{ta}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ra0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ra1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ra2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = (L_{og} \cdot h_{rv} + 23) \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$h_{rv} = El_{te} - e_{te} - (El_{cv} - 1{,}5) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$V_{rpj} = d_7 \times \left(\frac{h_{rv} + h_{rs}}{2} + 0{,}167 \times H_{cp}\right) \times (B_{se} + 2{,}0) =$ **#NÚM!** **m³**

sendo:

$d_7 = 1{,}46 \times H_{cp}^{0{,}46} \times \left[(p_{vv} - h_4)^{0{,}54} - (p_{vv} + 1{,}5)^{0{,}54}\right] =$ #NÚM! m

$h_4 = El_{se} - 0{,}25 \cdot H_{cp} - El_{cv} =$ 1,00 m

$h_{rs} = El_{te} - e_{te} - (El_{se} - 0{,}25 \cdot H_{cp}) =$ -1,00 m

Volume de escavação em rocha na área do salto de esqui:

$V_{rde} = d_8 \times h_{rs} \times (B_{se} + 2{,}0) =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$d_8 = 0{,}986 \cdot R_{se} - 0{,}188 \cdot H_{cp} =$ #DIV/0! m³

COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2} \right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{rri} = \left(B_{cr} - 6 + 0{,}6 \times h_{rri} \right) \times h_{rri}$$

com:

$B_{cr} = B_{ca} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{to}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{rr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{rr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{rr2} =$	#DIV/0!	m³

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vl} \cdot L_{vl} =$ **#DIV/0!** m²

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{tf} = 1{,}5 \times \left(NA_{max} - El_{cv} \right) \times \frac{B_{vl}}{3{,}0} =$ **#DIV/0!** **m** **(Para linha de drenagem e cortina de injeção)**

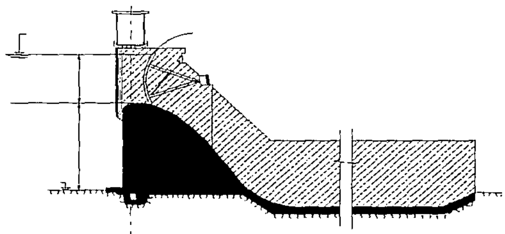
Custo total de limpeza e tratamento de fundação:

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

b) CONCRETO



Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpj} + V_{cpl} + V_{cpo} + V_{cde} + V_{cmv} + V_{cmc} =$ **#DIV/0!** m²

Volume de concreto da ogiva:

$V_{cog} = \left[0{,}944 \times H_{cp}^{0{,}40} \times (p_{vv} + 1{,}5)^{1{,}54} + 0{,}27 \times p_{vv} \times H_{cp} - 0{,}007 \times H_{cp}^2 + 0{,}40 \times H_{cp} + 18\right] \times B_{vl} =$ **#DIV/0!** m²

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$V_{cpj} = 1{,}25 \times H_{cp} \times h_5 \times (B_{se} + 2{,}0) =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$h_5 = El_{cv} - 1{,}5 - (El_{se} - 0{,}25 \cdot H_{cp}) =$ -2,50 m

Volume de concreto dos pilares:

$V_{cpl} = (1{,}98 \cdot H_{cp}^2 + 6{,}0 \cdot H_{cp} + 6) \cdot (N_{cp} + 1) \cdot e_{pl} =$ **14 m³**

Volume de concreto da ponte:

$V_{cpo} = 6{,}0 \cdot B_{vl} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto do salto de esqui:

$V_{cde} = V_{csd} + V_{csb} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de concreto do defletor do salto de esqui:

$V_{csd} = (0{,}116 \cdot R_{se}^2 + 0{,}247 \cdot H_{cp} \cdot R_{se} - 0{,}023 \cdot H_{cp}^2) \cdot (B_{se} + 2{,}0) =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto abaixo do defletor:

$V_{csb} =$ 0,00 m³

COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

Volume de concreto do revestimento vertical do salto de esqui:

$$V_{cmv} = 2 \cdot \left(d_{11} \cdot 1{,}6 \cdot y \cdot 1{,}0 + d_{13} \cdot 0{,}95 \cdot H_{cp} \cdot 1{,}0\right) =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$d_{11} = d_{12} + L_{se} - 1{,}46 \cdot H_{cp} - d_{13} =$ #DIV/0! m

$d_{12} = 1{,}46 \cdot H_{cp}^{0,46} \cdot \left(p_{vv} + 1{,}5\right)^{0,54} =$ 0,00 m

$d_{13} = 0{,}75 \cdot \left[NA_{max} - 1{,}05 \cdot H_{cp} - \left(El_{se} - 1{,}6 \cdot y\right)\right] =$ #DIV/0! m

Volume de concreto do contraforte dos muros do salto de esqui

$$V_{cmc} = 2 \times \left[\left(d_{11} + \frac{d_{10}}{2}\right) \times \left(0{,}25 \times h_3^2 + 0{,}75 \times h_3\right) + \frac{d_{10}}{2} \times \left(0{,}25 \times h_2^2 + 0{,}75 \times h_2\right)\right] =$$ **#DIV/0! m³**

sendo:

$d_{10} = 0{,}75 \cdot \left[NA_{max} - 0{,}878 \cdot H_{cp} - \left(El_{se} - 1{,}6 \cdot y\right)\right] =$ #DIV/0! m

$h_3 = El_{se} - 1{,}6 \times y - \left(El_{tde} - e_{te}\right) =$ #DIV/0! m

$h_2 = NA_{max} - 0{,}88 \times H_{cp} - \left(El_{tde} - e_{te}\right) =$ 0,00 m

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor e soleira	200	20
Defletor	250	50
Pilares e muros	250	80
Ponte	300	100

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	(t)	(t)	Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor e soleira	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Defletor	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	4	1	14	79,00	1.138
Ponte	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**-**	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

c) EQUIPAMENTOS DO VERTEDOURO

Parâmetro: $z = \frac{B_{cp}^2 \times H_{cp} \times H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:

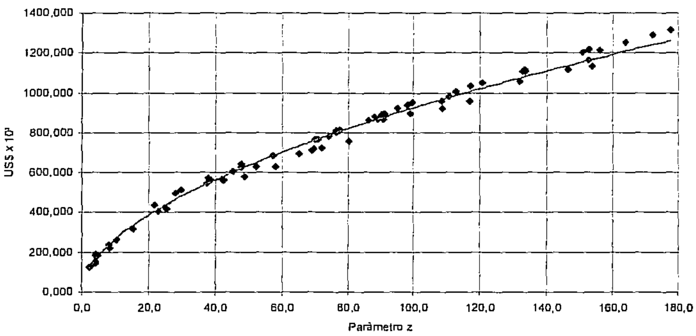
$H_x = H_{cp}$ (Carga hidrostática máxima na soleira da comporta)

▹ COMPORTAS SEGMENTO

Custo de aquisição: (do gráfico B.21)

$\$ = 76.727 \times z^{0.5406} =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $2,0 \le z \le 180$)

Gráfico B.21 - Custo da Comporta Segmento de Superficie do Vertedouro

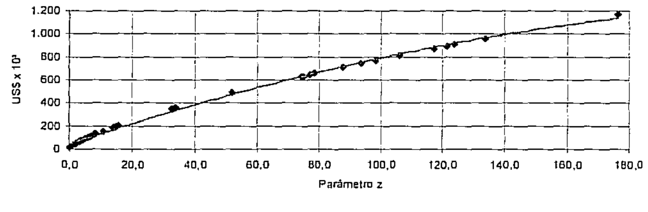


▹ COMPORTA ENSECADEIRA

Custo de aquisição: (do gráfico B.24)

$\$ = -16,4 \times z^2 + 9.080 \times z + 46.419 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0,3 \le z \le 180$)

Gráfico B.24 - Custo unitário de Comporta Ensecadeira de Superfície



▹ PARTES FIXAS

Custo global de aquisição:

$\$ = N_{cp} \times \left[2 \times \left(H_{cp} + H_{bl}\right) + B_{cp}\right] \times 800 =$ **#DIV/0! US$**

sendo:

$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

COM SALTO DE ESQUI E SEM ADUFAS

▹ GUINDASTE

Custo de aquisição: (do gráfico B.26)

Se $0,3 \le z \le 20$: $\$ = 16,5 \times z^3 - 917 \times z^2 + 17.439 \times z + 44.798$

Se $20 < z \le 180$: $\$ = -3,4 \times z^2 + 2.722,9 \times z + 107.990$

Assim, com z = #DIV/0! , tem-se para o custo de aquisição do pórtico rolante:

$ = **#DIV/0! US$/pórtico**

Gráfico B.26 - Custo Unitário de Pórtico Rolante do Vertedouro

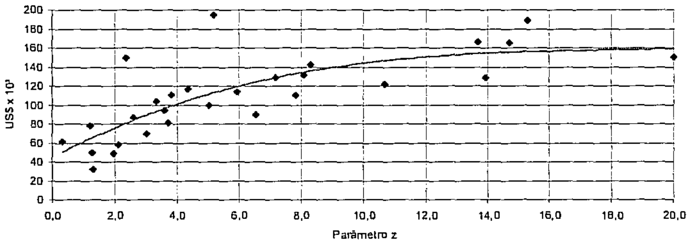
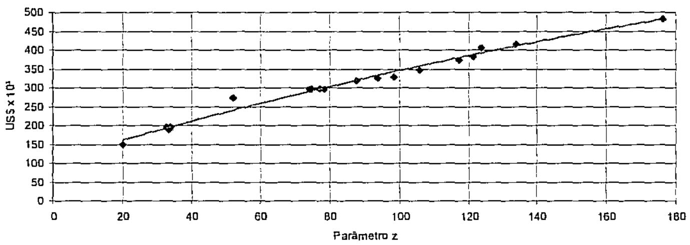


Gráfico B.26 - Custo Unitário de Pórtico Rolante do Vertedouro



Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, CONTROLADO	Cálculo: Verificação:

COM SALTO DE ESQUI E SEM ADUFAS

6. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.20	Guindaste	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

1. DADOS BÁSICOS

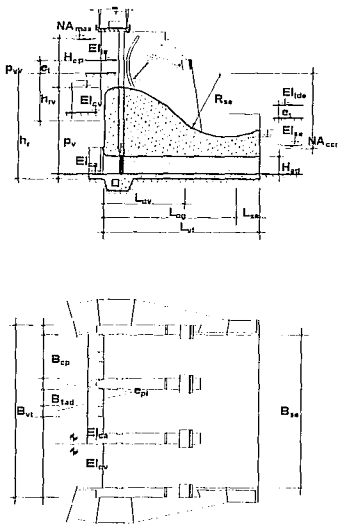
Dados para o dimensionamento:

Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
k_v =			(Coeficiente para determinação da altura inicial das comportas, por exemplo: 0,6 - 2 comportas; 0,5 - 3 comportas; 0,4 - 5 comportas; 0,3 - 10 comportas)
H_{cp} =		m	(Altura das comportas. Sugere-se 0 m, ver página 2)
N_{cp} =		unidades	(Número de comportas. #DIV/0!
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
Posição			(Posição da soleira do salto de esqui: **A** - sobre as adufas, fig. 5.8.5.04; **M** - acima do NA_{ccr}; **B** - a jusante das adufas, na cota da soleira das adufas)
Q_k =		m³/s	(Vazão de projeto do desvio - recomendado 25 anos de recorrência)
k_Q =			(Coeficiente para dimensionamento das adufas. Sugestão: 3,2)
N_{ad} =			(Número de adufas. Sugere-se 1 adufas, ver página 2)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação às adufas)
NA_{dcr} =			(Nível de água no canal de restituição das adufas para a vazão de projeto de desvio)

Dados para a quantificação:

El_{te} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador)
El_{tdo} =			(Cota média do terreno na área do salto de esqui, exclusivamente)
e_{to} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte sem adufas)
L_{cad} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte com adufas)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS



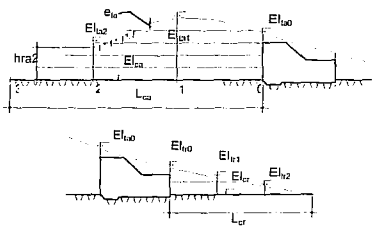


Fig. 5.8.5.02 Seção típica e planta de vertedouro com comportas do tipo ogiva alta, com salto de esqui.

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**
#DIV/0!

▹ **RELAÇÃO RECOMENDADA ENTRE LARGURA E ALTURA DAS COMPORTAS:**
$1{,}0 \le H_{cp}/B_{cp} \le 1{,}4$ ===> #DIV/0!

▹ **SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS:**
0 m.

▹ **SUGESTÃO PARA NÚMERO DE ADUFAS**
$N_{ad} = 2 \times \text{int}(0{,}75 \times N_{cp}) + 1 =$ **1 adufas**

3. DIMENSIONAMENTO

▹ SUGESTÃO PARA ALTURA DAS COMPORTAS

$H_{cp} = k_v \times Q_v^{0,4} =$ 0,00 m $\le$ 21,0 m Assim: $H_{cp} =$ **0,00 m**

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

$p_v = NA_{max} - H_{cp} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação às adufas.)

$p_{vv} = NA_{max} - H_{cp} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas.)

$z = \frac{0,7 \times p_v + 0,3 \times p_{vv}}{H_{cp}} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $z \leq 0,475$:
$C_d' = 2,535 \times z^3 - 3,61 \times z^2 + 1,96 \times z + 1,702$

Se $0,475 < z \leq 1,2$:
$C_d' = 0,145 \times z^3 - 0,475 \times z^2 + 0,559 \times z + 1,916$

Se $1,2 < z \leq 3,0$:
$C_d' = -0,0072 \times z^2 + 0,0442 \times z + 2,112$

Se $z > 3,0$:
$C_d' = 2,18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ #DIV/0!

AFOGAMENTO POR JUSANTE

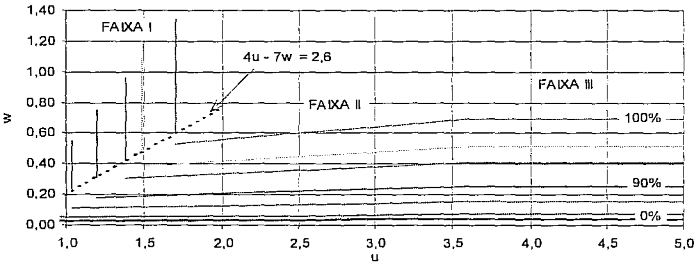
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{max} - El_{cr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{max} - NA_{xcr}}{H_{cp}} =$ #DIV/0!

$-4 \times u + 7 \times w + 2,6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



FAIXA I: Para $-4u + 7w + 2,6 \geq 0$:

$k_c = -0,952 \times \left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0,956 \times \left(\frac{1}{u}\right) + 0,767 \quad \leq 1$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA II: Para $u < 3,6$ e $-4u + 7w + 2,6 < 0$:

$k_c = 1,058 - \frac{4 \times (u + 5)}{860 \times w} \quad \leq 1$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA III : Para $u \geq 3{,}6$:

$k_c = 1{,}058 - \dfrac{4}{100 \times w}$ ≤ 1 #DIV/0! #DIV/0!

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:

$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \times C_d' =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$B_{uvt} = \dfrac{Q_v}{C_d \times H_{cp}^{3/2}} =$ **#DIV/0!** m

c) LARGURA REAL DOS VÃOS

$B_{rvt} = B_{uvt} + 0{,}2 \times H_{cp} =$ **#DIV/0!** m

d) SUGESTÃO PARA NÚMERO DE COMPORTAS

$N_{cp} = \text{int}\left(\dfrac{B_{rvt}}{H_{cp}} + 0{,}999\right) =$ **#DIV/0! unidades** **Foi adotado unidades**

e) LARGURA DAS COMPORTAS

$B_{cp} = 0{,}05 \times \text{int}\left(\dfrac{1}{0{,}05} \times \dfrac{B_{rvt}}{N_{cp}} + 0{,}5\right) =$ **#DIV/0!** m

Verificação: $1{,}0 \leq \dfrac{H_{cp}}{B_{cp}} \leq 1{,}4$ ===> $\dfrac{H_{cp}}{B_{cp}} =$ #DIV/0! #DIV/0!

f) ESPESSURA DOS PILARES

$e_{pl} = 0{,}12 \times H_{cp} + 2{,}4 =$ **2,40 m**

g) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$B_{vt} = (N_{cp} + 1) \times e_{pl} + N_{cp} \times B_{cp} =$ **#DIV/0!** m

h) COMPRIMENTO DA OGIVA

na parte sem adufas: $L_{ov} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_{vv} + 1{,}5)^{0,54} + 0{,}27 \times H_{cp} =$ **0,00 m**

na parte com adufas: $L_{og} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_v + 1{,}5)^{0,54} + 0{,}27 \times H_{cp} =$ **0,00 m**

i) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$L_{vt} = L_{og} + L_{se} =$ **#VALOR!** m (Com L_{se} definido adiante)

4. SALTO DE ESQUI

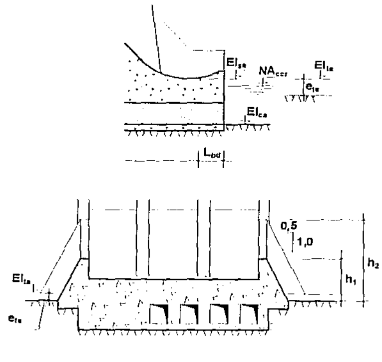


Fig. 6.8.5.04 Seção típica de dissipação tipo salto de esqui.

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

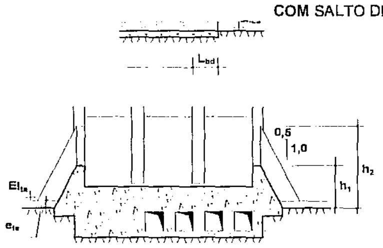


Fig. 5.8.5.04 Seção típica de dissipação tipo salto de esqui.

Largura do salto de esqui:

$B_{se} = (N_{cp} - 1) \times e_{pl} + N_{cp} \times B_{cp} =$ **#DIV/0!** m

Cota da soleira do salto de esqui, de acordo com a posição escolhida:

A: $El_{se} \geq El_{ca} + 1{,}25 \times H_{ad}$ $El_{se} =$ #DIV/0!

M: $El_{se} = NA_{ccr} + 1{,}0$; e $El_{se} \geq EL_{cr}$ $El_{se} =$ 1,00

B: $El_{se} = El_{ca} + 1{,}0$ $El_{se} =$ 1,00

A posição escolhida foi Erro na posição
então $El_{se} =$ **:rro na posição**

Raio de curvatura do salto de esqui:

$R_{se} = 3 \times y =$ **#DIV/0!** **m**

sendo:

$y = \frac{Q_c}{B_{se} \times v} =$ #DIV/0!

$v = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{max} - El_{se})} =$ #VALOR! m/s

$k =$ 0,90

Comprimento do salto de esqui na fundação:

$L_{se} = d_{16} + 1{,}286 \times R_{se} - d_{12} =$ **#VALOR!** m (≥ 0) Assim: $L_{se} =$ #VALOR! m

sendo:

$d_{16} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_v - h_5)^{0,54} =$ #VALOR! m

$d_{12} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_v + 1{,}5)^{0,54} =$ 0,00 m

$h_5 = El_{se} + 0{,}6 \times R_{se} - El_{cr} =$ #VALOR! m

5. DESVIO POR ADUFAS

Largura de uma adufa: $B_{1ad} = \frac{B_{cp} - e_{pl}}{2} =$ **#DIV/0!** **m**

Altura das adufas: $H_{ad} = \left(\frac{Q_k}{k_Q \times N_{ad} \times B_{1ad}}\right)^{\frac{2}{3}} =$ #DIV/0! m

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

Verificação: $H_{ad} \leq 3{,}1 \times B_{ad}$ ===> #DIV/0!

porém [illegible] **#DIV/0! m**

Velocidade média do escoamento: $v_a = \frac{Q_k}{N_{ad} \times B_{1ad} \times H_{ad}} =$ **#DIV/0! m/s**

Verificação: $v_a \leq 15$ m/s ===> #DIV/0!

Largura total das adufas: $B_{ad} = N_{ad} \times (B_{1ad} + e_{pl}) + e_{pl} =$ **#DIV/0! m**

Nível de água junto à ensecadeira de montante:

Verificação do afogamento na saída da adufa:

Se $E_{dcr} \geq E_{ad}$, o escoamento é afogado.

sendo:

$E_{dcr} = NA_{dcr} + \frac{v_{cr}^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia no canal de restituição das adufas)

$v_{cr} = \frac{Q_k}{B_{ad} \times (NA_{dcr} - El_{cr})} =$ #DIV/0! m/s (Velocidade média do escoamento no canal de restituição)

$E_{ad} = El_{ca} + H_{ad} + \frac{v_a^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia na saída da adufa)

Para saída da adufa afogada:

$NA_{dm} = E_{dcr} + h_p$

sendo:

$h_p = 0{,}2 \times \frac{v_a^2}{2 \times g} + L_{og} \times \frac{n^2 \times v_a^2}{R_h^{4/3}} =$ #DIV/0! m (Perda de carga ao longo da adufa)

$R_h = \frac{B_{1ad} \times H_{ad}}{2 \times (B_{1ad} + H_{ad})} =$ #DIV/0! m (Raio hidráulico de uma abertura das adufas)

n = 0,013 (Coeficiente de Manning)

Para saída da adufa em jato livre:

$NA_{dm} = El_{ca} + H$

sendo:

$H = k_H \times H_{ad} =$ #DIV/0! m (Carga hidrostática a montante do vertedouro)

onde, k_H é obtido pelo gráfico 5.8.3.15 ou pela expressão que segue:

$k_H = 0{,}0184 \times k_Q^3 - 0{,}1323 \times k_Q^2 + 0{,}688 \times k_Q + 0{,}18 =$ 0,18

Assim, para este aproveitamento, tem-se:

#DIV/0! $NA_{ams} =$ **#DIV/0!**

6. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{tad} =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

Volume adicional de escavação comum no canal de aproximação devido às adufas:

$V_{tad} = (L_{cad} - L_{ca}) \times e_{ta} \times (B_{ad} - e_{pl}) =$ #DIV/0! m^3

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = [B_{ca} - 6 + 2 \times (0{,}6 \times h_{rai} + e_{ta})] \times e_{ta}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pl} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{ta}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ta0} =	#DIV/0!	m^3
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ta1} =	#DIV/0!	m^3
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ta2} =	#DIV/0!	m^3

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \times e_{te} \times B_{vt} =$ **#VALOR!** m^3

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{tri} = [B_{cr} - 6 + 2 \times (0{,}6 \times h_{rri} + e_{te})] \times e_{te}$

com:

$B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{tr0} =	#DIV/0!	m^3
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{tr1} =	#DIV/0!	m^3
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{tr2} =	#DIV/0!	m^3

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rpj} + V_{rde} + V_{rcr} =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{rad} =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

Volume adicional de escavação em rocha no canal de aproximação devido às adufas:

$V_{rad} = \frac{L_{cad} + L_{ca}}{2} \times (El_{cv} - El_{ca}) \times (B_{ad} - e_{pl}) - V_{tad} =$ #DIV/0! m^3

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0,6 \times h_{rai}) \times h_{rai}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pl} - 1,0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ra0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ra1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ra2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = (L_{ov} \times h_{rv} + 23) \times (B_{vt} - B_{ad}) + (L_{og} \times h_r + 23) \times B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$h_r = El_{te} - e_{te} - (El_{ca} - 1,5) =$ 1,50 m

$h_{rv} = El_{te} - e_{te} - (El_{cv} - 1,5) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$V_{rpj} = d_7 \times \left(\frac{h_{rv} + h_{rs}}{2} + 0,167 \times H_{cp}\right) \times (B_{se} + 2,0 - B_{ad}) =$ **#VALOR!** **m³**

sendo:

$d_7 = 1,46 \times H_{cp}^{0,46} \times \left[(p_v - h_4)^{0,54} - (p_{vv} + 1,5)^{0,54}\right] =$ #VALOR! m

$h_4 = El_{se} - 0,25 \times H_{cp} - El_{ca} =$ #VALOR! m

$h_{rs} = El_{te} - e_{te} - (El_{se} - 0,25 \times H_{cp}) =$ #VALOR! m

Volume de escavação em rocha na área do salto de esqui:

$V_{rse} = d_8 \times h_{rs} \times (B_{se} + 2,0 - B_{ad}) + L_{se} \times h_r \times B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$d_8 = 0,986 \times R_{se} - 0,188 \times H_{cp} =$ #DIV/0! m

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0,6 \times h_{rri}) \times h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1,0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

seção 2: $h_{rr2} =$ 0,00 ===> $V_{rr2} =$ #DIV/0! m³

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \times L_{vt} =$ **#VALOR!** m²

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{lf} = 1,5 \times (NA_{max} - El_{ca}) \times \frac{B_{vt}}{3,0} =$ **#DIV/0!** m **(Para linha de drenagem e cortina de injeção)**

Custo total de limpeza e tratamento de fundação:

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superficie em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{lf} =$ **#VALOR! US$**

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpj} + V_{cpl} + V_{cpo} + V_{cde} + V_{cmv} + V_{cmc} =$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left[0,944 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_{vv} + 1,5)^{1,54} + 0,27 \times p_{vv} \times H_{cp}\right] \times (B_{vt} - B_{ad}) +$$

$$+ \left[0,944 \times H_{cp}^{0,46} \times (p_{v} + 1,5)^{1,54} + 0,27 \times p_{v} \times H_{cp}\right] \times B_{ad} + \left(-0,007 \times H_{cp}^{2} + 0,40 \times H_{cp} + 18\right) \times B_{vt} =$$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$V_{cpj} = 1,25 \times H_{cp} \times h_5 \times (B_{so} + 2,0 - B_{ad}) =$ **#VALOR!** **m³**

sendo:

$h_5 = El_{cv} - 1{,}5 - (El_{se} - 0{,}25 \times H_{cp}) =$ #VALOR! m

Volume de concreto dos pilares:

$V_{cpl} = (1{,}98 \times H_{cp}^2 + 6{,}0 \times H_{cp} + 6) \times (N_{cp} + 1) \times e_{pl} =$ **14 m³**

Volume de concreto da ponte:

$V_{cpo} = 6{,}0 \times B_{vt} =$ **#DIV/0! m³**

Volume de concreto do salto de esqui:

$V_{cde} = V_{csd} + V_{csb} =$ **#DIV/0! m³**

sendo:

Volume de concreto do defletor do salto de esqui:

$V_{csd} = (0{,}116 \times R_{se}^2 + 0{,}247 \times H_{cp} \times R_{se} - 0{,}023 \times H_{cp}^2) \times (B_{se} + 2{,}0) =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto abaixo do defletor:

$V_{csb} = \left(\frac{d_9}{2} + L_{se}\right) \times (h_4 + 1{,}5) \times (B_{se} + 2{,}0) =$ #VALOR! m³

onde:

$d_9 = 1{,}46 \times H_{cp}^{0{,}46} \times \left[(p_v + 1{,}5)^{0{,}54} - (p_v - h_4)^{0{,}54}\right] =$ #VALOR! m

$h_4 = El_{se} - 0{,}25 \times H_{cp} - El_{ca} =$ #VALOR! m

Volume de concreto do revestimento vertical do salto de esqui:

$V_{cmv} = 2 \times (d_{11} \times 1{,}6 \times y \times 1{,}0 + d_{13} \times 0{,}95 \times H_{cp} \times 1{,}0) =$ **#VALOR! m³**

sendo:

$d_{11} = d_{12} + L_{se} - 1{,}46 \times H_{cp} - d_{13} =$ #VALOR! m

$d_{12} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0{,}46} \times (p_v + 1{,}5)^{0{,}54} =$ 0,00 m

$d_{13} = 0{,}75 \times [NA_{max} - 1{,}05 \times H_{cp} - (El_{se} - 1{,}6 \times y)] =$ #VALOR! m

Volume de concreto do contraforte dos muros do salto de esqui

$V_{cmc} = 2 \times \left[\left(d_{11} + \frac{d_{10}}{2}\right) \times (0{,}25 \times h_3^2 + 0{,}75 \times h_3) + \frac{d_{10}}{2} \times (0{,}25 \times h_2^2 + 0{,}75 \times h_2)\right] =$ **#VALOR! m³**

sendo:

$d_{10} = 0{,}75 \times [NA_{max} - 0{,}878 \times H_{cp} - (El_{se} - 1{,}6 \times y)] =$ #VALOR! m

$h_3 = El_{se} - 1{,}6 \times y - (El_{tde} - e_{te}) =$ #VALOR! m

$h_2 = NA_{max} - 0{,}88 \times H_{cp} - (El_{tde} - e_{te}) =$ 0,00 m

Volume de concreto das adufas:

$V_{cad} = V_{cac} + V_{cpl} - V_{cae} =$ **#DIV/0! m³**

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

Volume de concreto na parte da soleira das adufas:

$V_{cac} = (0{,}24 \times H_{ad} + 2) \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume dos pilares das adufas:

$V_{cpl} = (0{,}16 \times H_{ad}^2 + 2{,}7 \times H_{ad} + 8) \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$ #DIV/0! m³

Volume das entradas das adufas (a ser descontado do volume da ogiva):

$V_{cae} = (0{,}38 \times H_{ad} + 0{,}2) \times H_{ad} \times N_{ad} \times B_{1ad} =$ #DIV/0! m³

Quantidade de cimento e armadura:

Volume de concreto com taxas de cimento e armadura maiores que as da ogiva:

$V_{cen} = V_{cel} + V_{ces} + V_{cep} =$ **#VALOR!** **m³**

Volume de concreto do teto das adufas: $V_{cel} = (L_{vt} - d_0) \times 0{,}25 \times H_{ad} \times B_{ad} =$ #VALOR! m³

Volume de concreto da soleira das adufas: $V_{ces} = L_{vt} \times 1{,}5 \times B_{ad} =$ #VALOR! m³

Volume de concreto dos pilares das adufas: $V_{cep} = \left(L_{vt} - \frac{d_0}{2}\right) \times H_{ad} \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$ #VALOR! m³

onde:

$d_0 = (L_{vt} - 0{,}27 \times H_{cp} - d_{16} - 0{,}836 \times R_{se} + 0{,}15 \times H_{cp}) \times \frac{H_{ad}}{h_4} =$ #VALOR! m

$d_{16} = 1{,}46 \times H_{cp}^{0{,}46} \times (p_v - h_4)^{0{,}54} =$ #VALOR! m

$h_4 = El_{se} - 0{,}25 \times H_{ad} - El_{ca} =$ #VALOR!

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor		
soleira e entrada das adufas	200	20
Defletor	250	50
Pilares e muros	250	80
Ponte	300	100
Com taxas maiores	50	60

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			33.393,00		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor					

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS					
soleira e entrada das adufas	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Defletor	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Ponte	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Com taxas maiores	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	69,00	#VALOR!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

33.393,00

c) EQUIPAMENTOS DO VERTEDOURO

Parâmetro: $z = \frac{B_{cp}^2 \times H_{cp} \times H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:

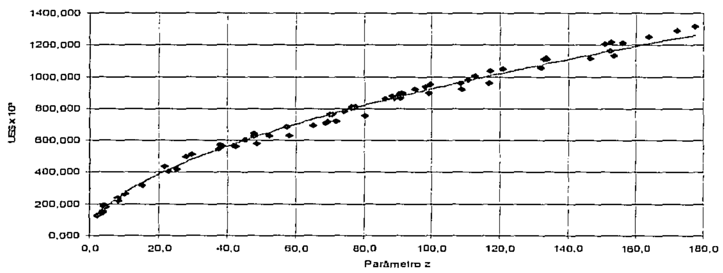
$H_x = H_{cp}$ (Carga hidrostática máxima na soleira da comporta)

▹ COMPORTAS SEGMENTO

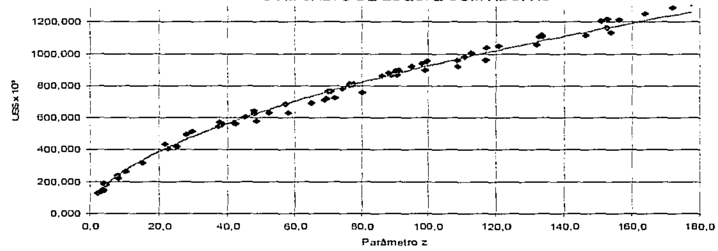
Custo de aquisição: (do gráfico B.21)

$\$ = 76.727 \times z^{0,5406} =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $2,0 \leq z \leq 180$)

Gráfico B.21 - Custo da Comporta Segmento de Superfície do Vertedouro



COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

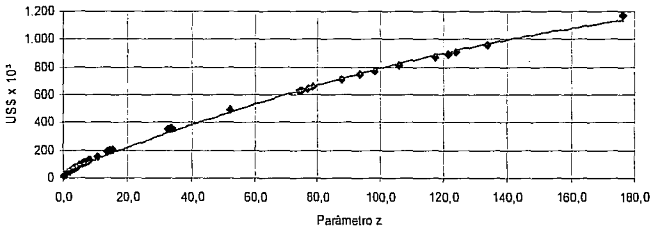


▷ COMPORTA ENSECADEIRA

Custo de aquisição: (do gráfico B.24)

$\$ = -16{,}4 \times z^2 + 9.080 \times z + 46.419 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0{,}3 \leq z \leq 180$)

Gráfico B.24 - Custo unitário de Comporta Ensecadeira de Superfície



▷ PARTES FIXAS

Custo global de aquisição:

$\$ = N_{cp} \times \left[2 \times \left(H_{cp} + H_{bl}\right) + B_{cp}\right] \times 800 =$ **#DIV/0! US$**

sendo:

$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

▷ GUINDASTE

Custo de aquisição: (do gráfico B.26)

Se $0{,}3 \leq z \leq 20$: $\$ = 16{,}5 \times z^3 - 917 \times z^2 + 17.439 \times z + 44.798$

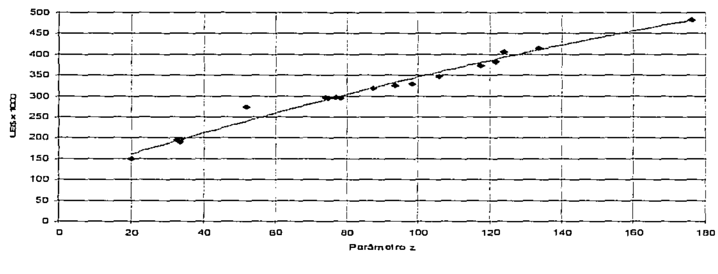
Se $20 < z \leq 180$: $\$ = -3{,}4 \times z^2 + 2.722{,}9 \times z + 107.990$

Assim, com z = #DIV/0! , tem-se para o custo de aquisição do pórtico rolante:

$ = **#DIV/0! US$/pórtico**

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

Gráfico B.26 - Custo Unitário do Pórtico Rolante do Vertedouro



d) EQUIPAMENTOS DAS ADUFAS DE DESVIO

Parâmetro: $z = \frac{B_{1ad}^2 \times H_{ad} \times H_x}{1000} =$ #DIV/0!

sendo:

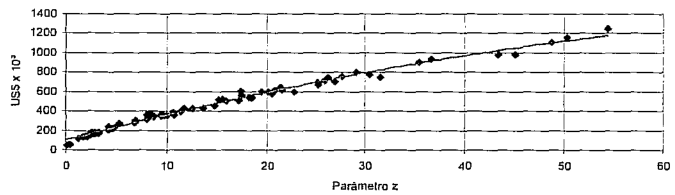
$H_x = NA_{max} - El_{ca} =$ 0,00 m (Carga hidrostática máxima no fundo da comporta)

▹ COMPORTAS DE EMERGÊNCIA

Custo de aquisição: (do gráfico B.23)

$\$ = -138{,}2 \times z^2 + 27.333 \times z + 100.680 =$ **#DIV/0! US$** (para $0{,}1 \le z \le 55$)

Gráfico B.23 - Custo Unitário de Comportas tipo Vagão

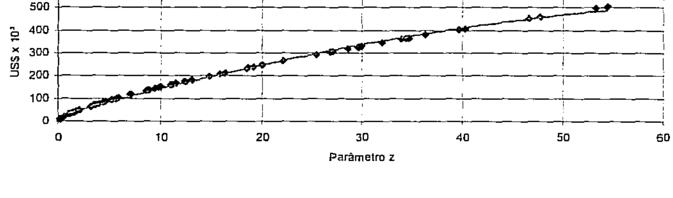


▹ COMPORTA DE FECHAMENTO DO DESVIO

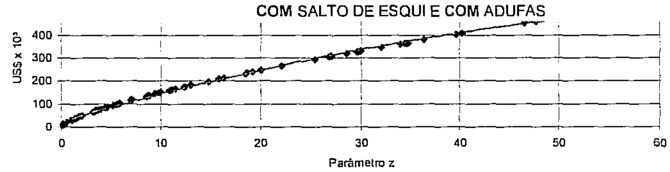
Custo de aquisição: (do gráfico B.25+B700)

$\$ = -77 \times z^2 + 12.781 \times z + 23.323 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0{,}1 \le z \le 55$)

Gráf. B25 - Custo Unitário de Comporta Ensecadeira de Fundo



COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS



▹ PARTES FIXAS

Custo global de aquisição:

$\$ = 2 \times N_{ad} \times (H_s + H_{bl}) \times 800 =$ **0 US$**

▹ GUINDASTE

Usar grua de construção

7. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.16.24	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23	Equipamento de fechamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.16	Comporta de emergência sem guincho	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl		0,00	0	0
.12.16.24.23.17	Comporta ensecadeira de montante	un	-1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl		0,00	0	0
.12.16.24.23.17	Comporta ensecadeira de jusante	un			0	0
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl			0	0
.12.16.24.23.20	Guindaste	un			0	0
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	0	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.20	Guindaste	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Cálculo: Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E SEM ADUFAS

Fls. 311

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{xmx} =			(Nível de água máximo maximorum do reservatório)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)

Dados para a quantificação:

El_{to} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tde} =			(Cota média do terreno na área da bacia de dissipação, exclusivamente)
e_{to} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro propriamente dito)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)
e_c =		m	(Espessura do revestimento de concreto da soleira da bacia de dissipação)

Bacia de dissipação:

Arbitra-se valores para El_{bd} até que o valor calculado seja igual ao arbitrado. A mensagem informa se o valor arbitrado está correto ou se deve ser maior ou menor. Pode ser necessário diminuir dependendo do número de Froude (ver página 4).

El_{bd} = ===> #DIV/0!

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**

#DIV/0!

▹ **NÚMERO DE FROUDE:**

#DIV/0!

3. DIMENSIONAMENTO

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_{vv} = NA_{max} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação.)

$H_d = NA_{xmx} - NA_{max} =$ 0,00 m (Altura de energia máxima sobre a crista do vertedouro.)

$z = \frac{p_{vv}}{H_d} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $0,475 < z \leq 1,2$:

$C_d' = 0,145 \times z^3 - 0,475 \times z^2 + 0,559 \times z + 1,916$

Se $1,2 < z \leq 3,0$:

$C_d' = -0,0072 \times z^2 + 0,0442 \times z + 2,112$

Se $z > 3,0$:

$C_d' = 2,18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ **#DIV/0!**

AFOGAMENTO POR JUSANTE

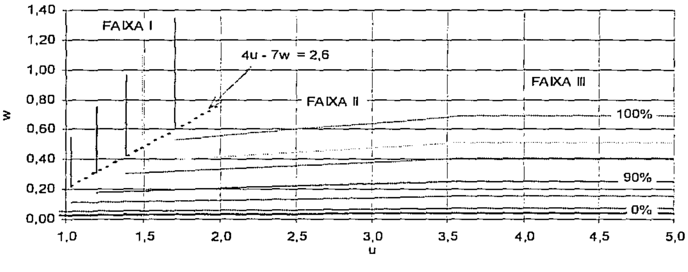
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{vmx} - El_{cr}}{H_d} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{vmx} - NA_{vcr}}{H_d} =$ #DIV/0!

$-4 \times u + 7 \times w + 2,6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



FAIXA I : Para $-4u + 7w + 2{,}6 \geq 0$:

$$k_c = -0{,}952 \times \left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0{,}956 \times \left(\frac{1}{u}\right) + 0{,}767 \qquad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA II : Para $u < 3{,}6$ e $-4u + 7w + 2{,}6 < 0$:

$$k_c = 1{,}058 - \frac{4 \times (u + 5)}{860 \times w} \qquad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA III : Para $u \geq 3{,}6$:

$$k_c = 1{,}058 - \frac{4}{100 \times w} \qquad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:

$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \times C_d' =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$$B_{uvt} = \frac{Q_v}{C_d \times H_d^{3/2}} =$$ **#DIV/0! m**

c) ESPESSURA DOS PILARES EXTREMOS

$e_{pe} = 0{,}12 \times H_d + 2{,}4 =$ **2,40 m**

d) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$$B_{vt} = 0{,}05 \times \mathrm{int}\left[\left(B_{uvt} + 2 \times e_{pe}\right) \times \frac{1}{0{,}05} + 0{,}5\right] =$$ **#DIV/0! m**

e) COMPRIMENTO DA OGIVA

$L_{ov} = 1{,}46 \cdot H_d^{0{,}46} \cdot (p_{vv} + 1{,}5)^{0{,}54} + 0{,}27 \cdot H_d =$ **0,00 m**

f) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$L_{vt} = L_{ov} + L_{bd} =$ **#DIV/0! m** (com L_{bd} definido adiante)

4. BACIA DE DISSIPAÇÃO

Largura da bacia de dissipação

$B_{bd} = B_{uvt} =$ **#DIV/0!** m

Elevação do piso da bacia

$v_1 = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{xmx} - El_{bd})}$ $y_1 = \frac{Q_c}{B_{bd} \times v_1}$ $Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g \times y_1}}$

$y_2 = \frac{y_1}{2} \times \left(\sqrt{(1 + 8 \times Fr_1^2)} - 1 \right)$ $El_{bd} = NA_{ccr} - y_2$ $k =$ 0,90

El_{bd} (arb)	v_1	y_1	Fr_1	y_2	El_{bd} (calc)
0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Conclusão: $y_1 =$ **#DIV/0!** m $y_2 =$ **#DIV/0!** m
$Fr_1 =$ **#DIV/0!** $El_{bd} =$ **0,00**

Raio de curvatura na entrada da bacia

$R_{bd} = 3 \cdot y_1 =$ **#DIV/0!** m

Comprimento da bacia

$L_{bd} = 6 \times y_2 + 0,75 \times (El_{cv} - El_{bd}) + 0,5 \times R_{bd} - 1,1 =$ **#DIV/0!** m

5. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rai} + e_{te}\right)\right] \cdot e_{te}$$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot \left(e_{p1} - 1{,}0\right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ta0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ta1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ta2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = B_{vt} \times L_{vt} \times e_{te} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te}\right)\right] \cdot e_{te}$$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{tr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{tr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{tr2} =$	#DIV/0!	m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rde} + V_{rcr} + V_{rpj} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2} \right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0,6 \times h_{rai}) \times h_{rai}$

com:

$B_{ca} = B_{vl} - 2 \cdot (e_{pe} - 1,0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ra0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ra1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ra2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = (L_{ov} \times h_{rv} + 23) \times B_{vl} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$h_{rv} = El_{te} - e_{te} - (El_{cv} - 1,5) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rde} = V_{rbd} + V_{rmc} + V_{rbe} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rbd} = L_{bd} \times h_{rb} \times (B_{bd} + 2,0) =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação em rocha na área contraforte dos muros da bacia de dissipação:

$V_{rmc} = 2 \times (L_{bd} + d_4) \times 0,5 \times h_1 \times 1,5 + 2 \times (d_3 - d_4) \times 0,5 \times \frac{h_1 + h_2}{2} \times 1,5 =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação em rocha em bermas na área da bacia de dissipação:

$V_{rbe} = 2 \times (L_{bd} + d_4) \times 0,3 \times h_{re}^2 =$ #DIV/0! m³

com:

$h_{rb} = El_{te} - e_{te} - (El_{bd} - e_c) =$	0,00 m	
$h_1 = NA_{ccr} + 2,0 - (El_{tde} - e_{te}) =$	2,00 m	≥ 0
$h_2 = NA_{max} + 0,12 \times H_d - (El_{tde} - e_{te}) =$	0,00 m	≥ 0
$d_3 = 0,75 \cdot [NA_{max} - 0,83 \cdot H_d - (El_{bd} - e_c)] =$	0,00 m	
$d_4 = 0,75 \times (y_2 + 2,0 + e_c - 0,95 \times H_d) =$	#DIV/0! m	≤ d_3
$h_{re} = El_{tde} - e_{te} - (NA_{ccr} - 5,0) =$	5,00 m	≥ 0

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$$V_{rpj} = d_1 \times \left(\frac{h_{rv} + h_{rb}}{2} + 0{,}167 \times H_d\right) \times (B_{bd} + 2{,}0) =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$$d_t = 0{,}75 \cdot \left[El_{cv} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)\right] =$$ -1,13 m

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0{,}6 \times h_{rri}) \times h_{rri}$$

com:

$$B_{cr} = B_{bd} + 2 \cdot 1{,}0 =$$ #DIV/0! m

$$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{to}$$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$$A_{lf} = B_{vt} \cdot L_{vt} =$$ **#DIV/0!** **m²**

Linha de drenagem e cortina de injeção

$$L_{tf} = 1{,}5 \times (NA_{xmx} - El_{cv}) \times \frac{B_{vt}}{3{,}0} =$$ **#DIV/0!** **m**

Comprimento total dos chumbadores:

$$L_{pr} = B_{bd} \cdot L_{bd} =$$ **#DIV/0!** **m**

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

C_{lf} =	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
C_{tfc} =	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + 2 \cdot C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{ic} \cdot L_{tf} + C_{tf} \cdot L_{pr} + C_{tfp} \cdot L_{pr} =$$ **#DIV/0!** **US$**

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpl} + V_{cde} + V_{cmv} + V_{cmc} =$$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left[0{,}944 \times H_d^{0{,}46} \times (p_w + 1{,}5)^{1{,}54} + 0{,}27 \times p_w \times H_d - 0{,}007 \times H_d^2 + 0{,}40 \times H_d + 18\right] \times B_{vt} =$$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$$V_{cpj} = d_1 \times 0{,}167 \times H_d \times (B_{bd} + 2{,}0) =$$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto dos pilares:

$$V_{cpl} = 2 \cdot \left(1{,}21 \cdot H_d^2 + 18{,}4 \cdot H_d + 25\right) \cdot e_{pe} =$$ **120 m³**

Volume de concreto da bacia de dissipação:

#DIV/0! **m³**

Volume de concreto do revestimento vertical da bacia de dissipação:

$$V_{cmv} = 2 \times \left[\left(d_5 \times 0{,}95 \times H_d \times 1{,}0\right) + \frac{d_6^2}{2 \times 0{,}75}\right] + L_{bd} \times (y_2 + 2{,}0) \times 1{,}0 =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$$d_5 = 0{,}75 \cdot \left[NA_{max} - 1{,}0 \cdot H_d - (El_{bd} - e_c)\right] =$$ 0,00 m

$$d_6 = 0{,}75 \times (y_2 + 2{,}0 + e_c - 0{,}95 \times H_d) =$$ #DIV/0! m

Volume de concreto do contraforte dos muros da bacia de dissipação

$$V_{cmc} = 2 \times \left[\left(L_{bd} + \frac{d_3 + d_4}{2}\right) \times \left(0{,}25 \times h_1^2 + 0{,}75 \times h_1\right) + \frac{d_3 - d_4}{2} \times \left(0{,}25 \times h_2^2 + 0{,}75 \times h_2\right)\right] =$$ **#DIV/0! m³**

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor e soleira	200	20
Bacia de dissipação e defletor	250	50
Pilares e muros	250	80

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor e soleira	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Bacia de dissipação e defletor	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	30	10	120	79,00	9.480
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**-**	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Cálculo: Verificação:

JUSTIÇA FEDERAL 1315 PR

6. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	85,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			0	0
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	1		0	0
.12.18.28.23.17	Comporta de fechamento do desvio	un	1		0	0
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1		0	0
.12.18.28.23.20	Guindaste	un	1		0	0
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Cálculo: Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{xmx} =			(Nível de água máximo maximorum do reservatório)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação às adufas)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
k_Q =			(Coeficiente para dimensionamento das adufas. Sugestão: 3,2)
Q_k =		m³/s	(Vazão de projeto do desvio - recomendado 25 anos de recorrência)
NA_{dcr} =			(Nível de água no canal de restituição das adufas para a vazão de projeto de desvio)

Dados para a quantificação:

El_{te} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tda} =			(Cota média do terreno na área da bacia de dissipação, exclusivamente)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro propriamente dito)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte sem adufas)
L_{cad} =			(Comprimento médio do canal de aproximação na parte com adufas)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)
e_c =		m	(Espessura do revestimento de concreto da soleira da bacia de dissipação)
N_{ad} =			(Número de adufas. Sugere-se adufas, ver página 3.)

Bacia de dissipação:

Arbitra-se valores para El_{bd} até que o valor calculado seja igual ao arbitrado. A mensagem informa se o valor arbitrado está correto ou se deve ser maior ou menor. Pode ser necessário diminuir dependendo do número de Froude (ver página 4).

El_{bd} = ==> #DIV/0!

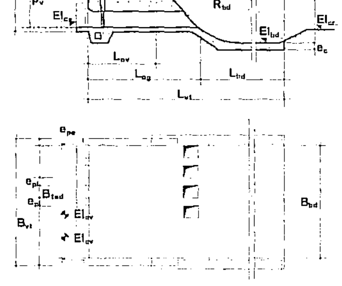


Fig. 5.8.5.08 Seção típica e planta de vertedouro livre de superfície do tipo ogiva alta, com bacia de dissipação.

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**
#DIV/0!

▹ **NÚMERO DE FROUDE:**
#DIV/0!

▹ **SUGESTÃO PARA NÚMERO DE ADUFAS:**

$N_{ad} = \text{int}\left(\frac{Q_k}{1000} + 1{,}5\right) =$ **1 adufas**

3. DIMENSIONAMENTO

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_v = NA_{max} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação às adufas.)

$p_{vv} = NA_{max} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas.)

$H_d = NA_{xmx} - NA_{max} =$ 0,00 m (Altura de energia máxima sobre a crista do vertedouro.)

$z = \frac{0{,}7 \times p_v + 0{,}3 \times p_{vv}}{H_d} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $z \le 0{,}475$:
$C_d' = 2{,}535 \times z^3 - 3{,}61 \times z^2 + 1{,}96 \times z + 1{,}702$

Se $0{,}475 < z \le 1{,}2$:
$C_d' = 0{,}145 \times z^3 - 0{,}475 \times z^2 + 0{,}559 \times z + 1{,}916$

Se $1{,}2 < z \le 3{,}0$:
$C_d' = -0{,}0072 \times z^2 + 0{,}0442 \times z + 2{,}112$

Se $z > 3{,}0$:
$C_d' = 2{,}18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ **#DIV/0!**

AFOGAMENTO POR JUSANTE

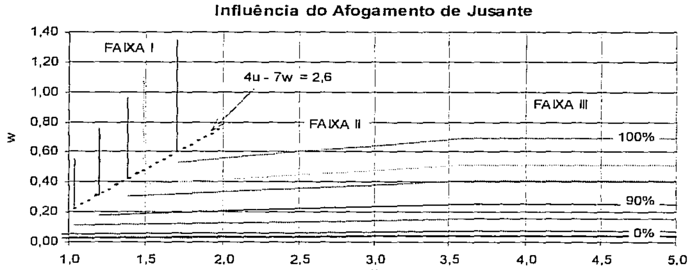
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{xmx} - El_{cr}}{H_d} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{xmx} - NA_{xcr}}{H_d} =$ #DIV/0!

$-4 \times u + 7 \times w + 2{,}6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

FAIXA I: Para $-4u + 7w + 2,6 \geq 0$:

$$k_c = -0,952 \times \left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0,956 \times \left(\frac{1}{u}\right) + 0,767 \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA II: Para $u < 3,6$ e $-4u + 7w + 2,6 < 0$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4 \times (u+5)}{860 \times w} \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA III: Para $u \geq 3,6$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4}{100 \times w} \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:
$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \cdot C_d' =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$$B_{uvt} = \frac{Q_v}{C_d \times H_d^{3/2}} =$$ **#DIV/0! m**

c) ESPESSURA DOS PILARES EXTREMOS

$e_{pe} = 0,12 \cdot H_d + 2,4 =$ **2,40 m**

d) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$$B_{vt} = 0,05 \times \text{int}\left[\left(B_{uvt} + 2 \times e_{pe}\right) \times \frac{1}{0,05} + 0,5\right] =$$ **#DIV/0! m**

e) COMPRIMENTO DA OGIVA

na parte sem adufas: $L_{ov} = 1,46 \cdot H_d^{0,46} \cdot (p_{vv} + 1,5)^{0,54} + 0,27 \cdot H_d =$ **0,00 m**

na parte com adufas: $L_{og} = 1,46 \cdot H_d^{0,46} \cdot (p_v + 1,5)^{0,54} + 0,27 \cdot H_d =$ **0,00 m**

f) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$L_{vt} = L_{og} + L_{bd} =$ **#DIV/0! m** (com L_{bd} definido adiante)

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

4. BACIA DE DISSIPAÇÃO

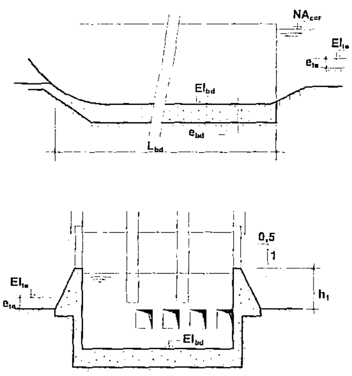


Fig. 5.8.5.03 Seção típica de bacia de dissipação.

Largura da bacia de dissipação

$B_{bd} = B_{uvt} =$ **#DIV/0!** m

Elevação do piso da bacia

$v_1 = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{xmx} - El_{bd})}$ $\qquad y_1 = \dfrac{Q_c}{B_{bd} \times v_1}$ $\qquad Fr_1 = \dfrac{v_1}{\sqrt{g \times y_1}}$

$y_2 = \dfrac{y_1}{2} \times \left(\sqrt{(1 + 8 \times Fr_1^2)} - 1\right)$ $\qquad El_{bd} = NA_{cor} - y_2$ $\qquad k =$ 0,90

El_{bd} (arb)	v_1	y_1	Fr_1	y_2	El_{bd} (calc)
0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Conclusão: $y_1 =$ **#DIV/0!** m $\qquad y_2 =$ **#DIV/0!** m

$Fr_1 =$ **#DIV/0!** $\qquad El_{bd} =$ **0,00**

Raio de curvatura na entrada da bacia

$R_{bd} = 3 \cdot y_1 =$ **#DIV/0!** m

Comprimento da bacia

$L_{bd} = 6 \times y_2 + 0{,}75 \times (El_{ca} - El_{bd}) + 0{,}5 \times R_{bd} - 1{,}1 =$ **#DIV/0!** m

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

5. DESVIO POR ADUFAS

Largura de uma adufa: $B_{1ad} = \left(\frac{Q_k}{4 \times k_Q \times N_{ad}}\right) =$ **#DIV/0!** m

Altura das adufas: $H_{ad} = \left(\frac{Q_k}{k_Q \times N_{ad} \times B_{1ad}}\right)^{2/3} =$ **#DIV/0!** m

Verificação: $H_{ad} \leq 3{,}1 \cdot B_{ad}$ ===> #DIV/0!

Velocidade média do escoamento: $v_a = \frac{Q_k}{N_{ad} \times B_{1ad} \times H_{ad}} =$ **#DIV/0!** m/s

Verificação: $v_a \leq 15$ m/s ===> #DIV/0!

Espessura dos pilares entre duas adufas: $e_{pl} = 2{,}0 + 0{,}15 \cdot H_{ad} =$ **#DIV/0!** m

Largura total das adufas: $B_{ad} = N_{ad} \cdot (B_{1ad} + e_{pl}) + e_{pl} =$ **#DIV/0!** m

Nível de água junto à ensecadeira de montante:

Verificação do afogamento na saída da adufa:

Se $E_{dcr} \geq E_{ad}$, o escoamento é afogado.

sendo:

$E_{dcr} = NA_{dcr} + \frac{v_{cr}^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia no canal de restituição das adufas)

$v_{cr} = \frac{Q_k}{B_{ad} \times (NA_{dcr} - El_{cr})} =$ #DIV/0! m/s (Velocidade média do escoamento no canal de restituição)

$E_{ad} = El_{ca} + H_{ad} + \frac{v_a^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia na saída da adufa)

Para saída da adufa afogada:

$NA_{dm} = E_{dcr} + h_p$

sendo:

$h_p = 0{,}2 \times \frac{v_a^2}{2 \times g} + L_{ag} \times \frac{n^2 \times v_a^2}{R_h^{4/3}} =$ #DIV/0! m (Perda de carga ao longo da adufa)

$R_h = \frac{B_{1ad} \times H_{ad}}{2 \times (B_{1ad} + H_{ad})} =$ #DIV/0! m (Raio hidráulico de uma abertura das adufas)

n = 0,01 (Coeficiente de Manning)

Para saída da adufa em jato livre:

$NA_{dm} = El_{ca} + H$

sendo:

$H = k_H \cdot H_{ad} =$ #DIV/0! m (Carga hidrostática a montante do vertedouro)

onde, k_H é obtido pelo gráfico 5.8.3.15 ou pela expressão que segue:

$k_H = 0{,}0184 \cdot k_Q^3 - 0{,}132 \cdot k_Q^2 + 0{,}688 \cdot k_Q + 0{,}18 =$ 0,18

Assim, para este aproveitamento, tem-se:

#DIV/0! $NA_{dm} =$ **#DIV/0!**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

6. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{tad} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume adicional de escavação comum no canal de aproximação devido às adufas:

$V_{tad} = (L_{cad} - L_{ca}) \cdot e_{te} \cdot (B_{ad} - e_{pl}) =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = [B_{ca} - 6 + 2 \cdot (0{,}6 \cdot h_{rai} + e_{te})] \cdot e_{te}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot (e_{pl} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{lai} - El_{ca} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ta0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ta1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ta2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = B_{vt} \times L_{vt} \times e_{te} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{tri} = [B_{cr} - 6 + 2 \cdot (0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te})] \cdot e_{te}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{tr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{tr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{tr2} =$	#DIV/0!	m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rde} + V_{rcr} + V_{rpj} =$ **#DIV/0!** m³

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{rad} = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

Volume adicional de escavação em rocha no canal de aproximação devido às adufas:

$$V_{rad} = \left[\frac{L_{cad} + L_{ca}}{2} \times (El_{cv} - El_{ca}) \times (B_{ad} - e_{pl})\right] - V_{tad} = \quad \text{\#DIV/0!} \; m^3$$

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0,6 \times h_{rai}) \times h_{rai}$$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot (e_{pe} - 1,0) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ra0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ra1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ra2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$$V_{rog} = (L_{ov} \cdot h_{rv} + 23) \cdot (B_{vt} - B_{ad}) + (L_{og} \cdot h_r + 23) \cdot B_{ad} = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

$h_r = El_{te} - e_{te} - (El_{ca} - 1,5) =$ 1,50 m

$h_{rv} = El_{te} - e_{te} - (El_{cv} - 1,5) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$$V_{rde} = V_{rbd} + V_{rmc} + V_{rbe} = \quad \text{\#DIV/0!} \quad m^3$$

sendo:

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$$V_{rbd} = L_{bd} \times h_{rb} \times (B_{bd} + 2,0) = \quad \text{\#DIV/0!} \; m^3$$

Volume de escavação em rocha na área contraforte dos muros da bacia de dissipação:

$$V_{rmc} = 2 \times (L_{bd} + d_4) \times 0,5 \times h_1 \times 1,5 + 2 \times (d_3 - d_4) \times 0,5 \times \frac{h_1 + h_2}{2} \times 1,5 = \quad \text{\#DIV/0!} \; m^3$$

Volume de escavação em rocha em bermas na área da bacia de dissipação:

$$V_{rbe} = 2 \times (L_{bd} + d_4) \times 0,3 \times h_{te}^2 = \quad \text{\#DIV/0!} \; m^3$$

com:

$h_{rb} = El_{te} - e_{te} - (El_{bd} - e_c) =$	0,00 m	
$h_1 = NA_{ccr} + 2,0 - (El_{tde} - e_{te}) =$	2,00 m	≥ 0
$h_2 = NA_{max} + 0,12 \times H_d - (El_{tde} - e_{te}) =$	0,00 m	≥ 0
$d_3 = 0,75 \cdot [NA_{max} - 0,83 \cdot H_d - (El_{bd} - e_c)] =$	0,00 m	
$d_4 = 0,75 \times (y_2 + 2,0 + e_c - 0,95 \times H_d) =$	#DIV/0! m	$\leq d_3$
$h_{te} = El_{tde} - e_{te} - (NA_{ccr} - 5,0) =$	5,00 m	≥ 0

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E **COM** ADUFAS

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$$V_{rpj} = d_1 \times \left(\frac{h_{rv} + h_{rb}}{2} + 0{,}167 \times H_d\right) \times (B_{bd} + 2{,}0 - B_{ad}) + d_2 \times \left(\frac{h_r + h_{rb}}{2} + 0{,}167 \times H_d\right) \times B_{ad} =$$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$d_1 = 0{,}75 \cdot [El_{cv} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)] =$ -1,13 m

$d_2 = 0{,}75 \cdot [El_{ca} - 1{,}5 - (El_{bd} - e_c)] =$ -1,13 m

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0{,}6 \times h_{rri}) \times h_{rri}$$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \cdot 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{to}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \times L_{vt} =$ **#DIV/0!** m²

Linha de drenagem e Cortina de injeção

$L_{tf} = 1{,}5 \times (NA_{max} - El_{ca}) \times \frac{B_{vt}}{3{,}0} =$ **#DIV/0!** m

Comprimento total dos chumbadores:

$L_{pr} = B_{bd} \cdot L_{bd} =$ **#DIV/0!** m

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

C_{lf} =	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
C_{tfc} =	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + 2 \cdot C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{ic} \cdot L_{tf} + C_{tf} \cdot L_{pr} + C_{tfc} \cdot L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpj} + V_{cde} + V_{cmv} + V_{cmc} =$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left[0{,}944 \times H_d^{0,46} \times (p_{vv} + 1{,}5)^{1,54} + 0{,}27 \times p_{vv} \times H_d\right] \times (B_{vt} - B_{ad}) +$$

$$+\left[0{,}944 \times H_d^{0,46} \times (p_v + 1{,}5)^{1,54} + 0{,}27 \times p_v \times H_d\right] \times B_{ad} + \left(-0{,}007 \times H_d^2 + 0{,}40 \times H_d + 18\right) \times B_{vt} =$$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$V_{cpj} = d_1 \times 0{,}167 \times H_d \times (B_{bd} + 2{,}0 - B_{ad}) + d_2 \times 0{,}167 \times H_d \times B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto dos pilares:

$V_{cpl} = 2 \cdot \left(1{,}21 \cdot H_d^2 + 18{,}4 \cdot H_d + 25\right) \cdot e_{pe} =$ **120 m³**

Volume de concreto da bacia de dissipação:

$V_{cde} = \left(L_{bd} \cdot e_c + 0{,}036 \cdot R_{bd}^2 - 0{,}375 \cdot e_c^2\right) \cdot (B_{bd} + 2{,}0) =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto do revestimento vertical da bacia de dissipação:

$$V_{cmv} = 2 \times \left[(d_5 \times 0{,}95 \times H_d \times 1{,}0) + \frac{d_6^2}{2 \times 0{,}75}\right] + L_{bd} \times (y_2 + 2{,}0) \times 1{,}0 =$$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$d_5 = 0{,}75 \cdot \left[NA_{max} - 1{,}0 \cdot H_d - (El_{bd} - e_c)\right] =$ 0,00 m

$d_6 = 0{,}75 \times (y_2 + 2{,}0 + e_c - 0{,}95 \times H_d) =$ #DIV/0! m

Volume de concreto do contraforte dos muros da bacia de dissipação

$$V_{cmc} = 2 \times \left[\left(L_{bd} + \frac{d_3 + d_4}{2}\right) \times \left(0{,}25 \times h_1^2 + 0{,}75 \times h_1\right) + 2 \times \frac{d_3 - d_4}{2} \times \left(0{,}25 \times h_2^2 + 0{,}75 \times h_2\right)\right] =$$ **#DIV/0! m³**

Acréscimo de volume de concreto devido às adufas:

$V_{cad} = V_{cac} + V_{cpl} - V_{cae} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto na parte da soleira das adufas:

$V_{cac} = (0{,}24 \times H_{ad} + 2) \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume dos pilares das adufas:

$V_{cpl} = \left(0{,}16 \times H_{ad}^2 + 2{,}7 \times H_{ad} + 8\right) \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$ #DIV/0! m³

Volume das entradas das adufas (a ser descontado do volume da ogiva):

$V_{cae} = (0{,}38 \times H_{ad} + 0{,}2) \times H_{ad} \times N_{ad} \times B_{tad} =$ #DIV/0! m³

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

Quantidade de cimento e armadura:
Volume de concreto com taxas de cimento e armadura maiores que as da ogiva:

$V_{con} = V_{cet} + V_{ces} + V_{cep} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto do teto das adufas: $V_{cet} = (0{,}27 \times H_d + d_{14}) \times 0{,}25 \times H_{ad} \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto da soleira das adufas: $V_{ces} = (0{,}27 \times H_d + d_{15}) \times 1{,}5 \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto dos pilares das adufas: $V_{cep} = \left(0{,}27 \times H_d + \frac{d_{14} + d_{15}}{2}\right) \times H_{ad} \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$ #DIV/0! m³

onde:

$d_{15} = 1{,}46 \cdot H_d^{0{,}46} \cdot p_v^{0{,}54} =$ 0,00 m

$d_{14} = 1{,}46 \cdot H_d^{0{,}46} \cdot (p_v - H_{ad})^{0{,}54} =$ #DIV/0! m

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor soleira e entrada das adufas	200	20
Bacia de dissipação e defletor	250	50
Pilares e muros	250	80
Com taxas maiores	50	60

Totais:

	Cimento (t)	Armadura (t)	CSC Volume (m³)	CSC C. unitário (US$/m³)	CSC C. total (US$)
Ogiva, contraforte, soleira e entrada das adufas	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Bacia de dissipação e paramento de jusante	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Com taxas maiores	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	69,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

c) EQUIPAMENTOS DAS ADUFAS DE DESVIO

Carga hidrostática máxima no fundo da comporta: $H_x = NA_{max} - El_{ca} =$ **0,00 m**

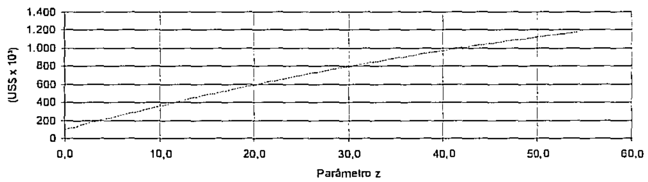
Parâmetro: $z = \frac{B_{1ad}^2 \times H_{ad} \times H_x}{1000} =$ **#DIV/0!**

▹ COMPORTAS DE EMERGÊNCIA

Preço de aquisição: (do gráfico B.23)

$\$ = -138{,}2 \times z^2 + 27.333 \times z + 100.680 =$ **#DIV/0! US$** (para $0{,}1 \le z \le 55$)

Gráfico B.23 - Custo de Comportas do Tipo Vagão



▹ PARTES FIXAS

Preço global de aquisição:

$\$ = 2 \times N_{ad} \times (H_x + H_{bl}) \times 800 =$ **0 US$**

sendo:

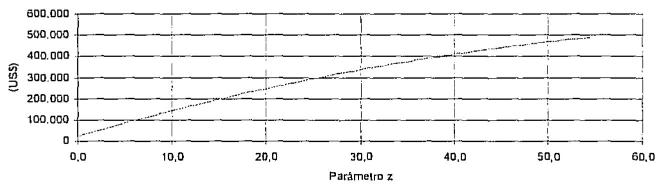
$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

▹ COMPORTAS DE FECHAMENTO DO DESVIO

Preço de aquisição: (do gráfico B.25)

$C_{ocs} = -77 \times z^2 + 12.781 \times z + 23.323 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0{,}1 \le z \le 55$)

Gráfico B.25 - Custo de Comporta Ensecadeira de Fundo



▹ GUINDASTE

Usar grua de construção

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO E COM ADUFAS

7. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.17	Comporta de fechamento do desvio	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un	1	0,00	0	0
.12.18.28.23.20	Guindaste	un			0	
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{xmx} =			(Nível de água máximo maximorum do reservatório)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação)
m_m =		m	(Inclinação do paramento de montante da ogiva, inclinação horizontal para um desnível de 1,0 m)
i_{cl} =			(Declividade da calha, tangente do valor absoluto do ângulo com a horizontal)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)

Dados para a quantificação:

El_{tv} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tc} =			(Cota média do terreno na área da calha, exclusivamente)
El_{tdo} =			(Cota média do terreno na área da bacia de dissipação, exclusivamente)
e_{tv} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)
e_c =		m	(Espessura do revestimento de concreto da soleira da bacia de dissipação)

Bacia de dissipação:

Arbitra-se valores para El_{bd} até que o valor calculado seja igual ao arbitrado. A mensagem informa se o valor arbitrado está correto ou se deve ser maior ou menor. Pode ser necessário diminuir dependendo do número de Froude (ver página 4).

El_{bd} = ______ ===> #DIV/0!

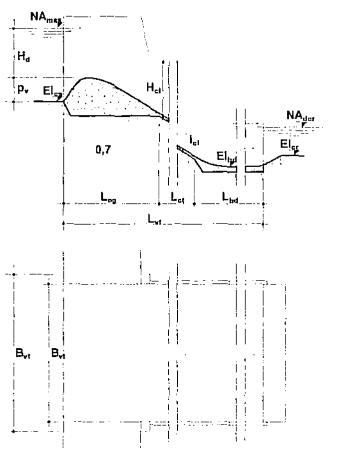


Fig. 5.8.5.10 Seção típica e planta de vertedouro livre do tipo de encosta com bacia de dissipação.

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **NÚMERO DE FROUDE:**
#DIV/0!

3. DIMENSIONAMENTO

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$H_d = NA_{xmx} - NA_{max} =$ 0,00 m (Altura de energia sobre a crista do vertedouro)

$p_v = NA_{max} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação)

$z = \frac{p_v}{H_d} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se o paramento de montante tem inclinação 1:3, tem-se:

$0,100 \le z \le 0,505 \Rightarrow C_d = 2,4283 \times z^3 - 3,5181 \times z^2 + 1,9125 \times z + 1,7265$

$0,505 < z \le 0,755 \Rightarrow C_d = 0,2514 \times z^3 - 0,6927 \times z^2 + 0,6896 \times z + 1,9033$

$0,755 < z \le 1,800 \Rightarrow C_d = 0,02 \times z^3 - 0,0985 \times z^2 + 0,1782 \times z + 2,0508$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 2:3, tem-se:

$0,100 \le z \le 0,497 \Rightarrow C_d = 2,5495 \times z^3 - 3,6032 \times z^2 + 1,8832 \times z + 1,7678$

$0,497 < z \le 0,759 \Rightarrow C_d = 0,2261 \times z^3 - 0,6256 \times z^2 + 0,6137 \times z + 1,9481$

$0,759 < z \le 1,800 \Rightarrow C_d = 0,0242 \times z^3 - 0,1143 \times z^2 + 0,1775 \times z + 2,0734$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 3:3, tem-se:

$0,100 \le z \le 0,524 \Rightarrow C_d = 1,9507 \times z^3 - 2,9011 \times z^2 + 1,5498 \times z + 1,8274$

$0,524 < z \le 0,813 \Rightarrow C_d = 0,1592 \times z^3 - 0,4409 \times z^2 + 0,4248 \times z + 1,9984$

$0,813 < z \le 1,800 \Rightarrow C_d = 0,0159 \times z + 2,1256$

$C_d =$ #DIV/0!

Para o valor de z calculado neste aproveitamento com inclinação do paramento 1: , tem-se:
$C_d =$ **FALSO**

b) DIMENSÕES DO VERTEDOURO

▹ Largura útil do vertedouro

$B_{rvl} = \frac{Q_v}{C_d \times H_d^{3/2}} =$ **#DIV/0!** m

▹ Espessura dos pilares extremos

$e_{pl} = 0,12 \times H_d + 2,4 =$ **2,40 m**

▹ Largura total do vertedouro

$B_{vt} = 0,05 \times \text{int}\left[\left(B_{uvt} + 2 \times e_{pe}\right) \times \frac{1}{0,05} + 0,5\right] =$ **#DIV/0!** m

▹ Largura da calha

$B_{cl} = B_{uvt} =$ **#DIV/0!** m

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

- Comprimento da ogiva

$L_{og} = 1{,}66 \times H_d - \frac{2}{3} \times p_v =$ **0,00 m**

- Comprimento da calha

$L_{cl} = \frac{NA_{max} - 0{,}69 \times H_d - El_{bd}}{i_{cl}} =$ **#DIV/0!** m

- Comprimento total do vertedouro

$L_{vl} = L_{og} + L_{cl} + L_{bd} =$ **#DIV/0!** m

4. BACIA DE DISSIPAÇÃO

Largura da bacia de dissipação

$B_{bd} = B_{uvt} =$ **#DIV/0!** m

Elevação do piso da bacia

$v_1 = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{smx} - El_{bd})}$ $y_1 = \frac{Q_c}{B_{bd} \times v_1}$ $Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g \times y_1}}$

$y_2 = \frac{y_1}{2} \times \left(\sqrt{(1 + 8 \times Fr_1^2)} - 1\right)$ $El_{bd} = NA_{ccr} - y_2$ $k =$ 0,90

El_{bd} (arb)	v_1	y_1	Fr_1	y_2	El_{bd} (calc)
0,00	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Conclusão: $y_1 =$ **#DIV/0!** m $y_2 =$ **#DIV/0!** m
$Fr_1 =$ **#DIV/0!** $El_{bd} =$ **0,00**

Raio de curvatura na entrada da bacia

$R_{bd} = 3 \cdot y_1 =$ **#DIV/0!** m

Comprimento da bacia

$L_{bd} = 6 \times y_2 + 0{,}75 \times (El_{ca} - El_{bd}) + 0{,}5 \times R_{bd} - 1{,}1 =$ **#DIV/0!** m

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

5. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▷ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2} \right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rai} + e_{te} \right) \right] \cdot e_{te}$$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot \left(e_{pl} - 1{,}0 \right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ta0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ta1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ta2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \cdot e_{te} \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2} \right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$$V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te} \right) \right] \cdot e_{te}$$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \cdot 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{tr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{tr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{tr2} =$	#DIV/0!	m³

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rcl} + V_{rbc} + V_{rdo} + V_{rbe} + V_{rcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{rai} = \left(B_{ca} - 6 + 0{,}6 \times h_{rai}\right) \times h_{rai}$

com:

$B_{ca} = B_{vl} - 2 \cdot \left(e_{pl} - 1{,}0\right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ra0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ra1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ra2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = L_{og} \cdot \left[El_{te} - e_{te} - \left(El_{ca} - 2\right)\right] \cdot B_{vl} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha na área da calha:

$V_{rcl} = L_{cl} \cdot \left[El_{te} - e_{te} - \left(El_{cm} - 0{,}7\right)\right] \cdot \left(B_{cl} + 2\right) =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho da calha:

$V_{rbc} = 2 \cdot L_{cl} \cdot 0{,}3 \cdot h_{rc}^2 =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$h_{rc} = El_{tc} - e_{te} - \left(El_{cm} - 0{,}7\right) =$ 0,70 m

$El_{cm} = \frac{NA_{max} - 0{,}69 \times H_d + El_{bd}}{2} =$ 0,00

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = \left(B_{cr} - 6 + 0{,}6 \times h_{rri}\right) \times h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipsção:

$V_{rde} = L_{bd} \cdot \left[El_{le} - e_{le} - \left(El_{bd} - e_c\right)\right] \cdot \left(B_{bd} + 2\right) =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho da bacia de dissipação:

$V_{rbe} = 2 \cdot L_{bd} \cdot 0{,}3 \cdot h_{re}^2 =$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

$h_{re} = El_{lde} - e_{le} - \left(NA_{ccr} - 5{,}0\right) =$ 5,00 m

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \cdot L_{vt} =$ **#DIV/0!** m^2

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{tf} = \frac{B_{vt}}{3{,}0} \times L_{1tf} =$ **#DIV/0!** m (Para linha de drenagem e cortina de injeção)

sendo:

$L_{1tf} = 1{,}5 \times \left(NA_{xmx} - El_{ca}\right) =$ 0 m (Comprimento de um furo de injeção de cimento - máximo 40 m)

Comprimento total dos chumbadores:

$L_{pr} = B_{bd} \cdot L_{bd} =$ **#DIV/0!** m

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{tfc} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
$C_{tfp} =$	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + 2 \cdot C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{tfc} \cdot L_{tf} + C_{tf} \cdot L_{pr} + C_{tfp} \cdot L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpl} + V_{cpa} + V_{ccl} + V_{cde} + V_{cmv} =$$ #DIV/0! m^3

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left(0{,}165 \cdot H_d^2 + 0{,}67 \cdot p_v \cdot H_d + 0{,}84 \cdot p_v^2 + 32\right) \cdot B_{vl} =$$ #DIV/0! m^3

Volume de concreto dos pilares:

$$V_{cpl} = 2 \cdot \left(1{,}21 \cdot H_d^2 + 18{,}4 \cdot H_d + 25\right) \cdot e_{pl} =$$ **120 m^3**

Volume de concreto da bacia de dissipação:

$$V_{cde} = L_{bd} \times e_c \times \left(B_{bd} + 2{,}0\right) =$$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto do revestimento vertical da bacia de dissipação:

$$V_{cmv} = 2 \times \left[L_{bd} \times \left(2{,}0 + y_2 + e_c\right) + \frac{d_t^2}{2 \times i_{cl}}\right] \times 1{,}0 =$$ **#DIV/0!** m^3

sendo:

$$d_t = 2{,}0 + y_2 - H_{cl} =$$ #DIV/0! m

$$H_{cl} = 0{,}95 \times H_d =$$ 0,00 m

Volume de concreto da calha incluindo muros:

$$V_{ccl} = L_{cl} \cdot \left[0{,}7 \cdot B_{cl} + 2 \cdot \left(H_{cl} + 0{,}7\right) \cdot 1{,}0\right] =$$ **#DIV/0! m^3**

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva	200	20
Pilares, calha, bacia de dissipação e muros	250	80
Ponte	300	100

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Ogiva	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Pilares,calha,bacia de dissipação e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO LIVRE DE ENCOSTA	Verificação:

COM BACIA DE DISSIPAÇÃO

6. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00
Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			0	0
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un			0	0
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un			0	0
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un			0	0
.12.18.28.23.20	Guindaste	un			0	0
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO LIVRE DE ENCOSTA	Verificação:

COM SALTO DE ESQUI

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{xmx} =			(Nível de água máximo maximorum do reservatório)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação)
m_m =		m	(Inclinação do paramento de montante da ogiva, inclinação horizontal para um desnível de 1,0 m)
i_{cl} =			(Declividade da calha, tangente do valor absoluto do ângulo com a horizontal)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)

Dados para a quantificação:

El_{te} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tc} =			(Cota média do terreno na área da calha, exclusivamente)
El_{tde} =			(Cota média do terreno na área da bacia de dissipação, exclusivamente)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{t2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)

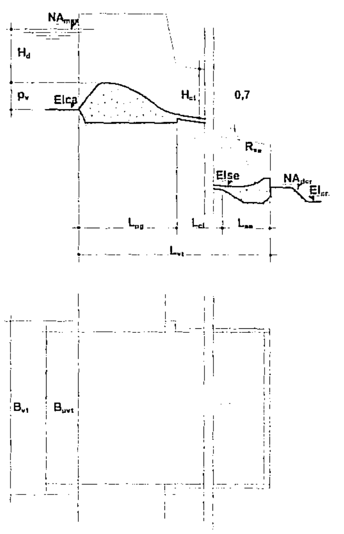


Fig. 5.8.5.11 Seção típica de vertedouro livre do tipo de encosta com salto de esqui.

COM SALTO DE ESQUI

2. DIMENSIONAMENTO

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$H_d = NA_{xmx} - NA_{max} =$ 0,00 m (Altura de energia sobre a crista do vertedouro)

$p_v = NA_{max} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação)

$z = \frac{p_v}{H_d} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se o paramento de montante tem inclinação 1:3, tem-se:

$0,100 \le z \le 0,505 \Rightarrow C_d = 2,4283 \times z^3 - 3,5181 \times z^2 + 1,9125 \times z + 1,7265$

$0,505 < z \le 0,755 \Rightarrow C_d = 0,2514 \times z^3 - 0,6927 \times z^2 + 0,6896 \times z + 1,9033$

$0,755 < z \le 1,800 \Rightarrow C_d = 0,02 \times z^3 - 0,0985 \times z^2 + 0,1782 \times z + 2,0508$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 2:3, tem-se:

$0,100 \le z \le 0,497 \Rightarrow C_d = 2,5495 \times z^3 - 3,6032 \times z^2 + 1,8832 \times z + 1,7678$

$0,497 < z \le 0,759 \Rightarrow C_d = 0,2261 \times z^3 - 0,6256 \times z^2 + 0,6137 \times z + 1,9481$

$0,759 < z \le 1,800 \Rightarrow C_d = 0,0242 \times z^3 - 0,1143 \times z^2 + 0,1775 \times z + 2,0734$

$C_d =$ #DIV/0!

Se o paramento de montante tem inclinação 3:3, tem-se:

$0,100 \le z \le 0,524 \Rightarrow C_d = 1,9507 \times z^3 - 2,9011 \times z^2 + 1,5498 \times z + 1,8274$

$0,524 < z \le 0,813 \Rightarrow C_d = 0,1592 \times z^3 - 0,4409 \times z^2 + 0,4248 \times z + 1,9984$

$0,813 < z \le 1,800 \Rightarrow C_d = 0,0159 \times z + 2,1256$

$C_d =$ #DIV/0!

Para o valor de z calculado neste aproveitamento com inclinação do paramento 1: , tem-se:

$C_d =$ **FALSO**

b) DIMENSÕES DO VERTEDOURO

▹ Largura útil do vertedouro

$B_{uvl} = \frac{Q_v}{C_d \times H_d^{3/2}} =$ **#DIV/0!** **m**

▹ Espessura dos pilares extremos

$e_{pl} = 0,12 \times H_d + 2,4 =$ **2,40 m**

▹ Largura total do vertedouro

$B_{vt} = 0,05 \times int\left[\left(B_{uvl} + 2 \times e_{pe}\right) \times \frac{1}{0,05} + 0,5\right] =$ **#DIV/0!** **m**

▹ Largura da calha

$B_{cl} = B_{uvl} =$ **#DIV/0!** **m**

COM SALTO DE ESQUI

- Comprimento da ogiva

$L_{og} = 1{,}66 \times H_d - \frac{2}{3} \times p_v =$ **0,00 m**

- Comprimento da calha

$L_{cl} = \frac{NA_{max} - 0{,}69 \cdot H_d - El_{se} - 0{,}03 \cdot R_{se}}{i_{cl}} =$ **#DIV/0! m**

- Comprimento total do vertedouro

$L_{vt} = L_{og} + L_{cl} + L_{se} =$ **#DIV/0! m**

3. SALTO DE ESQUI

Largura do salto de esqui

$B_{se} = B_{cl} =$ **#DIV/0! m**

Cota da soleira do salto de esqui

$El_{se} = NA_{ccr} + 1{,}0 =$ **1,00**

Raio de curvatura do salto de esqui

$R_{se} = 3 \times y =$ **#DIV/0! m**

sendo: $y = \frac{Q_c}{B_{se} \times v} =$ #DIV/0! m

$v = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{xmx} - El_{se})} =$ #NÚM! m/s (k 0,90)

Comprimento do salto de esqui

$L_{de} = 0{,}80 \times R_{de} + 1{,}5 =$ **#DIV/0! m**

COM SALTO DE ESQUI

4. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvl} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rai} + e_{te}\right)\right] \cdot e_{te}$

com:

$B_{ca} = B_{vl} - 2 \cdot \left(e_{pl} - 1{,}0\right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ta0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ta1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ta2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = L_{vt} \cdot e_{te} \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te}\right)\right] \cdot e_{te}$

com:

$B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de restituição)

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{tr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{tr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{tr2} =	#DIV/0!	m³

COM SALTO DE ESQUI

▷ ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rcl} + V_{rbc} + V_{rde} + V_{rbe} + V_{rcr} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{rai} = \left(B_{ca} - 6 + 0{,}6 \times h_{rai}\right) \times h_{rai}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot \left(e_{pl} - 1{,}0\right) =$ #DIV/0! m (Largura do fundo do canal de aproximação)

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{to}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ra0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ra1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ra2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = L_{og} \cdot \left[El_{te} - e_{te} - \left(El_{ca} - 2\right)\right] \cdot B_{vt} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha na área da calha:

$V_{rcl} = L_{cl} \cdot \left[El_{to} - e_{to} - \left(El_{cm} - 0{,}7\right)\right] \cdot \left(B_{cl} + 2\right) =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho da calha:

$V_{rbc} = 2 \cdot L_{cl} \cdot 0{,}3 \cdot h_{rc}^2 =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$h_{rc} = El_{tc} - e_{to} - \left(El_{cm} - 0{,}7\right) =$ 0,20 m

$El_{cm} = \frac{NA_{max} - 0{,}69 \times H_d + El_{se}}{2} =$ 0,50

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = \left(B_{cr} - 6 + 0{,}6 \times h_{rri}\right) \times h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{bd} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{to}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

COM SALTO DE ESQUI

Volume de escavação em rocha na área do salto de esqui:

$V_{rde} = L_{se} \cdot \left[El_{te} - e_{te} - (El_{se} - 2)\right] \cdot (B_{se} + 2) =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha em bermas no trecho do salto de esqui:

$V_{rbe} = 2 \cdot L_{se} \cdot 0{,}3 \cdot h_{rs}^2 =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$h_{rs} = El_{tde} - e_{te} - (El_{se} - 2{,}0) =$ 1,00 m

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \times L_{vt} =$ **#DIV/0!** m²

Comprimento da injeção de cimento e da linha de drenagem:

$L_{tf} = \frac{B_{vt}}{3{,}0} \times L_{1tf} =$ **#DIV/0!** **m** (Para linha de drenagem e cortina de injeção)

sendo:

$L_{1tf} = 1{,}5 \times (NA_{xmx} - El_{ca}) =$ 0 m (Comprimento de um furo de injeção de cimento - máximo 40 m)

Comprimento total dos chumbadores:

$L_{pr} = B_{bd} \times L_{bd} =$ **#DIV/0!** **m**

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{tfc} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)
$C_{tfp} =$	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbadores)

$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + 2 \cdot C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{tfc} \cdot L_{tf} + C_{tf} \cdot L_{pr} + C_{tfp} \cdot L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM SALTO DE ESQUI

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpl} + V_{ccl} + V_{cde} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto da ogiva:

$V_{cog} = \left(0{,}165 \cdot H_d^2 + 0{,}67 \cdot p_v \cdot H_d + 0{,}84 \cdot p_v^2 + 32\right) \cdot B_{vl} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto dos pilares:

$V_{cpl} = 2 \cdot \left(1{,}21 \cdot H_d^2 + 18{,}4 \cdot H_d + 25\right) \cdot e_{pl} =$ **120 m³**

Volume de concreto do salto de esqui:

$V_{cde} = \left(0{,}12 \cdot R_{se}^2 + 0{,}93 \cdot R_{se} + 0{,}53\right) \cdot \left(B_{se} + 2{,}0\right) =$ **#DIV/0!** m³

Volume de concreto da calha incluindo muros:

$V_{ccl} = L_{cl} \cdot \left[0{,}7 \cdot B_{cl} + 2 \cdot \left(H_{cl} + 0{,}7\right) \cdot 1{,}0\right] =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$H_{cl} = 0{,}95 \times H_d =$ 0,00 m

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva	200	20
Pilares, calha, bacia de dissipação e muros	250	80
Ponte	300	100

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Ogiva	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Pilares,calha,bacia de dissipação e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO LIVRE DE ENCOSTA	Cálculo: Verificação:

COM SALTO DE ESQUI

5. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			0	0
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un			0	0
.12.18.28.23.17	Comporta ensecadeira montante	un			0	0
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un			0	0
.12.18.28.23.20	Guindaste	un			0	0
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Cálculo: Verificação:

COM SALTO DE ESQUI E **SEM** ADUFAS

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

Q_v =		m^3/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m^3/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{xmx} =			(Nível de água máximo maximorum do reservatório)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)

Dados para a quantificação:

El_{te} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
El_{tdo} =			(Cota média do terreno na área do salto de esqui, exclusivamente)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte sem adufas)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**

#DIV/0!

3. DIMENSIONAMENTO

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_{vv} = NA_{max} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação ao vertedouro.)

$H_d = NA_{xmx} - NA_{max} =$ 0,00 m (Altura de energia máxima sobre a crista do vertedouro.)

$z = \frac{p_{vv}}{H_d} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $z \leq 0,475$:

$C_d' = 2,535 \times z^3 - 3,61 \times z^2 + 1,96 \times z + 1,702$

Se $0,475 < z \leq 1,2$:

$C_d' = 0,145 \times z^3 - 0,475 \times z^2 + 0,559 \times z + 1,916$

Se $1,2 < z \leq 3,0$:

$C_d' = -0,0072 \times z^2 + 0,0442 \times z + 2,112$

Se $z > 3,0$:

$C_d' = 2,18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ **#DIV/0!**

AFOGAMENTO POR JUSANTE

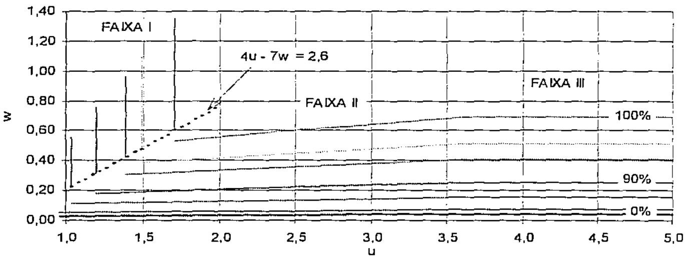
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{xmx} - El_{cr}}{H_d} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{xmx} - NA_{xcr}}{H_d} =$ #DIV/0!

$-4 \times u + 7 \times w + 2,6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



FAIXA I : Para $-4u+7w+2,6 \geq 0$:

$$k_c = -0,952\left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0,956\left(\frac{1}{u}\right) + 0,767 \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA II : Para $u < 3,6$ e $-4u+7w+2,6 < 0$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4 \times (u+5)}{860 \times w} \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA III : Para $u \geq 3,6$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4}{100 \times w} \quad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:
$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \cdot C_d' =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$$B_{uvt} = \frac{Q_v}{C_d \times H_d^{3/2}} =$$ **#DIV/0! m**

c) ESPESSURA DOS PILARES

$$e_{pe} = 0,12 \cdot H_d + 2,4 =$$ **2,40 m**

d) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$$B_{vt} = 0,05 \times \text{int}\left[\left(B_{uvt} + 2 \times e_{pe}\right) \times \frac{1}{0,05} + 0,5\right] =$$ **#DIV/0! m**

e) COMPRIMENTO DA OGIVA

$$L_{ov} = 1,46 \cdot H_d^{0,46} \cdot (p_{vv} + 1,5)^{0,54} + 0,27 \cdot H_d =$$ **0,00 m**

f) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$$L_{vt} = L_{ov} + L_{se} =$$ **#DIV/0! m**

4. SALTO DE ESQUI

Largura do salto de esqui

$B_{se} = B_{uvt} =$ **#DIV/0!** m

Cota da soleira do salto de esqui

$El_{se} = NA_{ccr} + 1{,}0 =$ 1,00 $(\geq El_{cr})$ Assim: $El_{se} =$ **1,00**

Raio de curvatura do salto de esqui

$R_{se} = 3 \times y =$ **#DIV/0!** m

sendo:

$y = \frac{Q_c}{B_{se} \times v} =$ #DIV/0! (Profundidade da lâmina de água no salto de esqui)

$v = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{xmx} - El_{se})} =$ #NÚM! m/s (Velocidade da lâmina de água no salto de esqui)

$k =$ 0,90 (Coeficiente redutor da altura de energia)

Comprimento do salto de esqui na fundação

$L_{se} = d_{16} + 1{,}286 \times R_{se} - d_{12} =$ **#DIV/0!** m (≥ 0) Assim: $L_{se} =$ #DIV/0! m

sendo:

$d_{16} = 1{,}46 \times H_d^{0{,}46} \times (p_{vv} - h_5)^{0{,}54} =$ #DIV/0! m

$d_{12} = 1{,}46 \times H_d^{0{,}46} \times (p_{vv} + 1{,}5)^{0{,}54} =$ 0,00 m

$h_5 = El_{se} + 0{,}6 \cdot R_{se} - El_{cv} =$ #DIV/0! m

5. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação comum por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{tai} = \left[B_{ca} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rai} + e_{te}\right)\right] \cdot e_{te}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot \left(e_{pe} - 1{,}0\right) =$ #DIV/0! m

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ta0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ta1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ta2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = B_{vt} \times L_{vt} \times e_{te} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** m³

Sendo: $V_{tri} = \left[B_{cr} - 6 + 2 \cdot \left(0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te}\right)\right] \cdot e_{te}$

com: $B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{tr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{tr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{tr2} =$	#DIV/0!	m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rde} + V_{rcr} + V_{rpj} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de aproximação:

$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0,6 \times h_{rai}) \times h_{rai}$

com:

$B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot (e_{pe} - 1,0) =$ #DIV/0! m

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ra0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ra1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ra2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = (L_{ov} \times h_{rv} + 23) \times B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$h_{rv} = El_{le} - e_{le} - (El_{cv} - 1,5) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rdo} = d_8 \times h_{rs} \times (B_{se} + 2,0) =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$V_{rpj} = d_7 \times \left(\frac{h_{rv} + h_{rs}}{2} + 0,167 \times H_d\right) \times (B_{se} + 2,0) =$ **#NÚM!** **m³**

sendo:

$d_7 = 1,46 \times H_d^{0,46} \times \left[(p_{vv} - h_4)^{0,54} - (p_{vv} + 1,5)^{0,54}\right] =$ #NÚM! m

$h_4 = El_{se} - 0,25 \times H_d - El_{cv} =$ 1,00 m

$d_8 = 0,986 \times R_{se} - 0,188 \times H_d =$ #DIV/0! m

$h_{rs} = El_{le} - e_{le} - (El_{se} - 0,25 \times H_d) =$ -1,00 m

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \times \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

Volume de escavação em rocha por metro na seção i do canal de restituição:

$V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0,6 \times h_{rri}) \times h_{rri}$

com:

$B_{cr} = B_{se} + 2 \times 1,0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{rr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{rr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{rr2} =	#DIV/0!	m³

▷ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \cdot L_{vt} =$ **#DIV/0!** **m²**

Linha de drenagem e Cortina de injeção

$L_{tf} = 1,5 \times (NA_{xmx} - El_{cv}) \times \frac{B_{vt}}{3,0} =$ **#DIV/0!** **m** **(Para linha de drenagem e cortina de injeção)**

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

C_{lf} =	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} =$ **#DIV/0!** **US$**

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpl} + V_{cde} + V_{cmv} + V_{cmc} =$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto da ogiva:

$V_{cog} = \left[0,944 \times H_d^{0,45} \times (p_{vv} + 1,5)^{1,54} + 0,27 \times p_{vv} \times H_d - 0,007 \times H_d^2 + 0,40 \times H_d + 18\right] \times B_{vt} =$ **#DIV/0!** **m²**

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$V_{cpj} = 1,25 \times H_d \times h_5 \times (B_{se} + 2,0) =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto dos pilares:

$V_{cpl} = 2 \cdot (1,21 \cdot H_d^2 + 18,4 \cdot H_d + 25) \cdot e_{pa} =$ **120 m³**

Volume de concreto do salto de esqui:

$V_{cde} = V_{csd} + V_{csb} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto do defletor do salto de esqui:

$V_{csd} = (0,116 \cdot R_{se}^2 + 0,247 \cdot H_d \cdot R_{se} - 0,023 \cdot H_d^2) \cdot (B_{so} + 2,0) =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto abaixo do defletor do salto de esqui:

$V_{csb} =$ 0 m³

Volume de concreto do revestimento vertical no salto de esqui:

$V_{cmv} = 2 \times (d_{11} \times 1{,}6 \times y \times 1{,}0 + d_{13} \times 0{,}95 \times H_d \times 1{,}0) =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$d_{11} = d_{12} + L_{se} - 1{,}46 \times H_d - d_{13} =$ #DIV/0! m

$d_{13} = 0{,}75 \cdot [NA_{max} - 0{,}05 \cdot H_d - (El_{se} - 1{,}6 \cdot y)] =$ #DIV/0! m ≥ 0

$d_{12} = 1{,}46 \cdot H_d^{0{,}46} \cdot (p_v + 1{,}5)^{0{,}54} =$ 0,00 m

Volume de concreto do contraforte dos muros do salto de esqui:

$V_{cmv} = 2 \times \left(d_{11} + \frac{d_{10}}{2}\right) \times (0{,}25 \times h_3^2 + 0{,}75 \times h_3) + 2 \times \frac{d_{10}}{2} \times (0{,}25 \times h_2^2 + 0{,}75 \times h_2) =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

$d_{10} = 0{,}75 \cdot [NA_{max} + 0{,}12 \cdot H_d - (El_{se} - 1{,}6 \cdot y)] =$ #DIV/0! m

$h_2 = NA_{max} + 0{,}12 \times H_d - (El_{tde} - e_{te}) =$ 0,00 m ≥ 0

$h_3 = El_{se} - 1{,}6 \times y - (El_{tde} - e_{te}) =$ #DIV/0! m ≥ 0

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor soleira e entrada das adufas	200	20
Bacia de dissipação e defletor	250	50
Pilares e muros	250	80

Totais:

	Cimento (t)	Armadura (t)	CSC Volume (m³)	CSC C. unitário (US$/m³)	CSC C. total (US$)
Ogiva, contraforte, soleira e entrada das adufas	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Salto de esqui e paramento de jusante	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Verificação:

6. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			0	0
.12.18.28.23.16	Comportas c/ acionam.	un			0	0
.12.18.28.23.17	Stoplog montante	un			0	0
.12.18.28.23.56	Peças fixas extras	un			0	0
.12.18.28.23.20	Guindaste	un			0	0
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Verificação:

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

Variável	Valor	Unidade	Descrição
Q_v =		m³/s	(Vazão de projeto do vertedouro - recomendado 10.000 anos de recorrência)
Q_c =		m³/s	(Vazão da cheia centenária)
NA_{xmx} =			(Nível de água maximorum do reservatório)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{ca} =			(Cota do fundo do canal de aproximação às adufas)
El_{cv} =			(Cota do fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas)
NA_{xcr} =			(Nível de água máximo no canal de restituição)
NA_{ccr} =			(Nível de água no canal de restituição para cheia centenária)
El_{cr} =			(Cota do fundo do canal de restituição)
k_Q =			(Coeficiente para dimensionamento das adufas. Sugestão: 3,2)
N_{ad} =			(Número de adufas. Sugere-se 1 adufas, ver página 3.)
Q_k =		m³/s	(Vazão de projeto do desvio - recomendado 25 anos de recorrência)
NA_{dcr} =			(Nível de água no canal de restituição das adufas para a vazão de projeto de desvio)
Adufas =			(Localização: 1 - no corpo do vertedouro; 2 - fora do corpo do vertedouro)

Dados para a quantificação:

Variável	Valor	Unidade	Descrição
El_{te} =			(Cota média do terreno na área do vertedouro propriamente dito, incluindo o dissipador de energia)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área do vertedouro)
El_{ta0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{ta2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de aproximação)
El_{tr0} =			(Cota média do terreno na seção 0 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr1} =			(Cota média do terreno na seção 1 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
El_{tr2} =			(Cota média do terreno na seção 2 transversal ao eixo longitudinal do canal de restituição)
L_{ca} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte sem adufas)
L_{cad} =		m	(Comprimento médio do canal de aproximação na parte com adufas)
L_{cr} =		m	(Comprimento médio do canal de restituição)

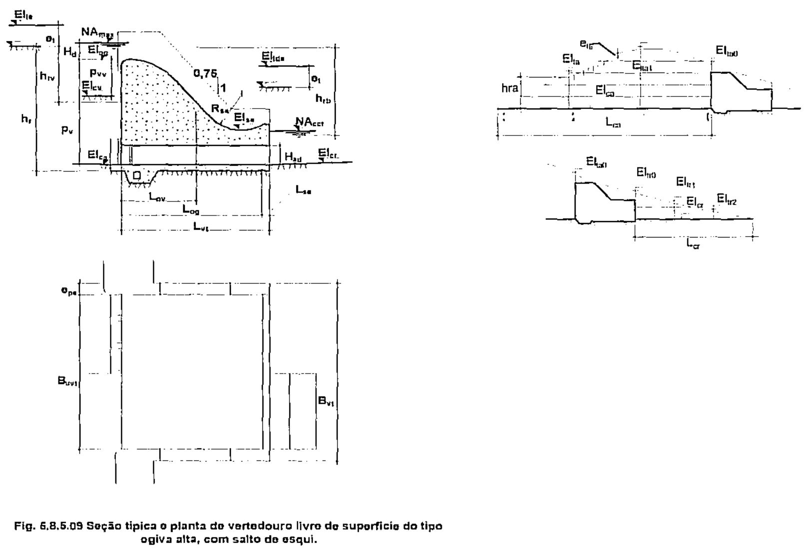


Fig. 6.8.5.09 Seção típica e planta do vertedouro livre de superfície do tipo ogiva alta, com salto de esqui.

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **INFLUÊNCIA DO AFOGAMENTO DE JUSANTE SOBRE O COEFICIENTE DE DESCARGA**

#DIV/0!

▹ **SUGESTÃO PARA NÚMERO DE ADUFAS**

$N_{ad} = \text{int}\left(\frac{Q_k}{1000} + 1{,}5\right) =$ **1 adufas**

3. DIMENSIONAMENTO

a) COEFICIENTE DE DESCARGA

$p_v = NA_{max} - El_{ca} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação às adufas.)

$p_{vv} = NA_{max} - El_{cv} =$ 0,00 m (Altura da ogiva em relação ao fundo do canal de aproximação ao vertedouro, fora das adufas.)

$H_d = NA_{xmx} - NA_{max} =$ 0,00 m (Altura de energia máxima sobre a crista do vertedouro.)

$z = \frac{0{,}7 \cdot p_v + 0{,}3 \cdot p_{vv}}{H_d} =$ #DIV/0! (Altura relativa média da ogiva.)

Se $z \leq 0{,}475$:

$C_d' = 2{,}535 \times z^3 - 3{,}61 \times z^2 + 1{,}96 \times z + 1{,}702$

Se $0{,}475 < z \leq 1{,}2$:

$C_d' = 0{,}145 \cdot z^3 - 0{,}475 \cdot z^2 + 0{,}559 \cdot z + 1{,}916$

Se $1{,}2 < z \leq 3{,}0$:

$C_d' = -0{,}0072 \cdot z^2 + 0{,}0442 \cdot z + 2{,}112$

Se $z > 3{,}0$:

$C_d' = 2{,}18$

Para o valor de z calculado neste aproveitamento, tem-se: $C_d' =$ **#DIV/0!**

AFOGAMENTO POR JUSANTE

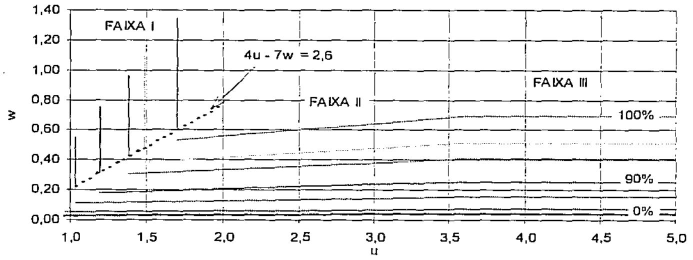
Parâmetros de cálculo:

$u = \frac{NA_{xmx} - El_{cr}}{H_d} =$ #DIV/0! $w = \frac{NA_{xmx} - NA_{xcr}}{H_d} =$ #DIV/0!

$-4 \cdot u + 7 \cdot w + 2{,}6 =$ #DIV/0!

Coeficiente de redução do C_d :

Gráfico 5.8.5.102 - COEFICIENTE DE DESCARGA
Influência do Afogamento de Jusante



COM SALTO DE ESQUI E **COM** ADUFAS

FAIXA I : Para $-4u + 7w + 2,6 \geq 0$:

$$k_c = -0,952\left(\frac{1}{u}\right)^2 + 0,956\left(\frac{1}{u}\right) + 0,767 \qquad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA II : Para $u < 3,6$ e $-4u + 7w + 2,6 < 0$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4 \cdot (u+5)}{860 \cdot w} \qquad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

FAIXA III : Para $u \geq 3,6$:

$$k_c = 1,058 - \frac{4}{100 \times w} \qquad \leq 1$$ #DIV/0! #DIV/0!

Com os parâmetros **u** e **w** calculados acima, tem-se para o valor de **k**:

$k_c =$ #DIV/0! #DIV/0!

Assim, tem-se para o Coeficiente de descarga: $C_d = k_c \cdot C_d' =$ **#DIV/0!**

b) LARGURA ÚTIL DOS VÃOS

$$B_{uvl} = \frac{Q_v}{C_d \times H_d^{3/2}} =$$ **#DIV/0!** m

c) ESPESSURA DOS PILARES

$$e_{pe} = 0,12 \times H_d + 2,4 =$$ **2,40 m**

d) LARGURA TOTAL DO VERTEDOURO

$$B_{vt} = 0,05 \times \text{int}\left[\left(B_{uvl} + 2 \cdot e_{pe}\right) \times \frac{1}{0,05} + 0,5\right] =$$ **#DIV/0!** m

e) COMPRIMENTO DA OGIVA

na parte com adufas: $L_{og} = 1,46 \cdot H_d^{0,46} \cdot (p_v + 1,5)^{0,54} + 0,27 \cdot H_d =$ **0,00 m**

na parte sem adufas: $L_{ov} = 1,46 \cdot H_d^{0,46} \cdot (p_{vv} + 1,5)^{0,54} + 0,27 \cdot H_d =$ **0,00 m**

f) COMPRIMENTO TOTAL DO VERTEDOURO

$$L_{vt} = L_{og} + L_{su} =$$ **#DIV/0!** m

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

4. SALTO DE ESQUI

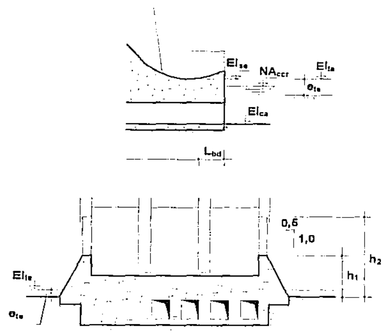


Fig. 6.8.6.04 Seção típica de dissipação tipo salto de esqui.

Largura do salto de esqui

$B_{se} = B_{uvt} =$ **#DIV/0! m**

Cota da soleira do salto de esqui

$El_{se} = NA_{ccr} + 1,0 =$ 1,00 $(\geq El_{cr})$ Assim: $El_{se} =$ 1,00

No caso das adufas estarem localizadas no corpo do vertedouro, $El_{se} \geq El_{ca} + 1,25 \times H_{ad}$

Então: $El_{se} =$ **1,00 ERRO! Opção inválida!**

Raio de curvatura do salto de esqui

$R_{se} = 3 \cdot y =$ **#DIV/0! m**

sendo:

$y = \dfrac{Q_c}{B_{se} \times v} =$ #DIV/0!

$v = \sqrt{k \times 2 \times g \times (NA_{xmr} - El_{se})} =$ #NÚM! m/s

k = 0,90

Comprimento do salto de esqui na fundação

$L_{se} = d_{10} + 1,286 \times R_{se} - d_{12} =$ **#DIV/0! m** (≥ 0) Assim: $L_{se} =$ #DIV/0! m

sendo:

$d_{10} = 1,46 \times H_d^{0,48} \times (p_v - h_5)^{0,54} =$ #DIV/0! m

$d_{12} = 1,46 \times H_d^{0,46} \times (p_v + 1,5)^{0,54} =$ 0,00 m

$h_5 = El_{se} + 0,6 \cdot R_{se} - El_{ca} =$ #DIV/0! m

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Cálculo: Verificação:

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

5. DESVIO POR ADUFAS

Largura de uma adufa: $B_{1ad} = \left(\frac{Q_k}{4 \cdot k_Q \cdot N_{ad}}\right) =$ **#DIV/0!** **m**

Altura das adufas: $H_{ad} = \left(\frac{Q_k}{k_Q \times N_{ad} \times B_{1ad}}\right)^{2/3} =$ **#DIV/0!** **m**

Verificação: $H_{ad} \leq 3{,}1 \times B_{ad}$ ===> #DIV/0!

Velocidade média do escoamento: $v_a = \frac{Q_k}{N_{ad} \cdot B_{1ad} \cdot H_{ad}} =$ **#DIV/0!** **m/s**

Verificação: $v_a \leq 15$ m/s ===> #DIV/0!

Espessura dos pilares entre duas adufas: $e_{pl} = 2{,}0 + 0{,}15 \times H_{ad} =$ **#DIV/0!** **m**

Largura total das adufas: $B_{ad} = N_{ad} \cdot (B_{1ad} + e_{pl}) + e_{pl} =$ **#DIV/0!** **m**

Nível de água junto à ensecadeira de montante:

Verificação do afogamento na saída da adufa:

Se $E_{dcr} \geq E_{ad}$, o escoamento é afogado.

sendo:

$E_{dcr} = NA_{dcr} + \frac{v_{cr}^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia no canal de restituição das adufas)

$v_{cr} = \frac{Q_k}{B_{ad} \times (NA_{dcr} - El_{cr})} =$ #DIV/0! m/s (Velocidade média do escoamento no canal de restituição)

$E_{ad} = El_{ca} + H_{ad} + \frac{v_a^2}{2 \times g} =$ #DIV/0! m (Altura da linha de energia na saída da adufa)

Para saída da adufa afogada:

$NA_{dm} = E_{dcr} + h_p$

sendo:

$h_p = 0{,}2 \times \frac{v_a^2}{2 \times g} + L_{og} \times \frac{n^2 \times v_a^2}{R_h^{4/3}}$ (Perda de carga ao longo da adufa)

$R_h = \frac{B_{1ad} \cdot H_{ad}}{2 \cdot (B_{1ad} + H_{ad})}$ (Raio hidráulico de uma abertura das adufas)

n = 0,01 (Coeficiente de Manning)

Para saída da adufa em jato livre:

$$NA_{dm} = El_{ca} + H$$

sendo:

$H = k_H \times H_{ad}$ (Carga hidrostática a montante do vertedouro)

onde, k_H é obtido pelo gráfico 5.8.3.15 ou pela expressão que segue:

$$k_H = 0{,}0184 \times k_Q^3 - 0{,}132 \times k_Q^2 + 0{,}688 \times k_Q + 0{,}18$$

Assim, para este aproveitamento, tem-se:
#DIV/0!

kH = 0,18 e H = #DIV/0! m

Nível de água junto à ensecadeira de montante:

NA_{dm} = **#DIV/0!**

6. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume de escavação comum no canal de aproximação:

$$V_{tca} = \left(\frac{V_{ta0}}{2} + V_{ta1} + V_{ta2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{tad} =$$ **#DIV/0!** m³

Sendo:

$V_{tad} = (L_{cad} - L_{ca}) \cdot e_{te} \cdot (B_{ad} - e_{pl}) =$ #DIV/0! m³

$V_{tai} = [B_{ca} - 6 + 2 \cdot (0{,}6 \cdot h_{rai} + e_{te})] \cdot e_{te}$

com: $B_{ca} = B_{vt} - 2 \cdot (e_{pe} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m

$h_{rai} = El_{tai} - El_{ca} - e_{te}$

seção 0:	h_{ra0} =	0,00	===>	V_{ta0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{ra1} =	0,00	===>	V_{ta1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{ra2} =	0,00	===>	V_{ta2} =	#DIV/0!	m³

Volume de escavação comum na estrutura:

$V_{tes} = B_{vt} \cdot L_{vt} \cdot e_{te} =$ **#DIV/0!** m³

Volume de escavação comum no canal de restituição:

$$V_{tcr} = \left(\frac{V_{tr0}}{2} + V_{tr1} + V_{tr2}\right) \cdot \frac{L_{cr}}{3} =$$ **#DIV/0!** m³

Sendo: $V_{tri} = [B_{cr} - 6 + 2 \cdot (0{,}6 \cdot h_{rri} + e_{te})] \cdot e_{te}$

com: $B_{cr} = B_{se} + 2 \cdot 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{ca} - e_{te}$

seção 0:	h_{rr0} =	0,00	===>	V_{tr0} =	#DIV/0!	m³
seção 1:	h_{rr1} =	0,00	===>	V_{tr1} =	#DIV/0!	m³
seção 2:	h_{rr2} =	0,00	===>	V_{tr2} =	#DIV/0!	m³

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

Volume total de escavação comum:

$V_{tvt} = V_{tca} + V_{tes} + V_{tcr} =$ **#DIV/0!** **m³**

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

Volume de escavação em rocha no canal de aproximação:

$V_{rca} = \left(\frac{V_{ra0}}{2} + V_{ra1} + V_{ra2}\right) \times \frac{L_{ca}}{3} + V_{rad} =$ **#DIV/0!** **m³**

Sendo:

$V_{rad} = \left[\frac{L_{cad} + L_{ca}}{2} \cdot (El_{cv} - El_{ca}) \cdot (B_{ad} - e_{pl})\right] - V_{tad} =$ #DIV/0! m³

$V_{rai} = (B_{ca} - 6 + 0{,}6 \cdot h_{rai}) \cdot h_{rai}$

com: $B_{ca} = B_{vt} - 2 \times (e_{pe} - 1{,}0) =$ #DIV/0! m

$h_{rai} = El_{tai} - El_{cv} - e_{te}$

seção 0:	$h_{ra0} =$	0,00	===>	$V_{ra0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{ra1} =$	0,00	===>	$V_{ra1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{ra2} =$	0,00	===>	$V_{ra2} =$	#DIV/0!	m³

Volume de escavação em rocha na área da ogiva:

$V_{rog} = (L_{ov} \cdot h_{rv} + 23) \cdot (B_{vt} - B_{ad}) + (L_{og} \cdot h_r + 23) \cdot B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

sendo:

$h_r = El_{te} - e_{te} - (El_{ca} - 1{,}5) =$ 1,50 m

$h_{rv} = El_{te} - e_{te} - (El_{cv} - 1{,}5) =$ 1,50 m

Volume de escavação em rocha na área da bacia de dissipação:

$V_{rde} = d_8 \cdot h_{rs} \cdot (B_{se} + 2{,}0 - B_{ad}) + L_{se} \cdot h_r \cdot B_{ad} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de escavação em rocha na área do paramento de jusante da ogiva:

$V_{rpj} = d_7 \cdot \left(\frac{h_{rv} + h_{rs}}{2} + 0{,}167 \cdot H_d\right) \cdot (B_{se} + 2{,}0 - B_{ad}) =$ **#NÚM!** **m³**

sendo:

$d_7 = 1{,}46 \cdot H_d^{0,46} \cdot \left[(p_v - h_4)^{0,54} - (p_{vv} + 1{,}5)^{0,54}\right] =$ #NÚM! m

$h_4 = El_{se} - 0{,}25 \times H_d - El_{ca} =$ 1,00 m

$d_8 = 0{,}986 \times R_{se} - 0{,}188 \times H_d =$ #DIV/0! m

$h_{rs} = El_{te} - e_{te} - (El_{se} - 0{,}25 \cdot H_d) =$ -1,00 m

Volume de escavação em rocha no canal de restituição:

$V_{rcr} = \left(\frac{V_{rr0}}{2} + V_{rr1} + V_{rr2}\right) \cdot \frac{L_{cr}}{3} =$ **#DIV/0!** **m³**

Sendo: $V_{rri} = (B_{cr} - 6 + 0{,}6 \cdot h_{rri}) \cdot h_{rri}$

com: $B_{cr} = B_{se} + 2 \cdot 1{,}0 =$ #DIV/0! m

$h_{rri} = El_{tri} - El_{cr} - e_{te}$

seção 0:	$h_{rr0} =$	0,00	===>	$V_{rr0} =$	#DIV/0!	m³
seção 1:	$h_{rr1} =$	0,00	===>	$V_{rr1} =$	#DIV/0!	m³
seção 2:	$h_{rr2} =$	0,00	===>	$V_{rr2} =$	#DIV/0!	m³

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

Volume total de escavação em rocha:

$V_{rvt} = V_{rca} + V_{rog} + V_{rde} + V_{rcr} + V_{rpj} =$ **#DIV/0!** m^3

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de limpeza da fundação:

$A_{lf} = B_{vt} \cdot L_{vt} =$ **#DIV/0!** m^2

Linha de drenagem e Cortina de injeção

$L_{tf} = 1{,}5 \times (NA_{xmx} - El_{ca}) \times \frac{B_{vt}}{3{,}0} =$ **#DIV/0!** m **(Para linha de drenagem e cortina de injeção)**

Custo total de limpeza e tratamento de fundação

$C_{lf} =$	11,20 US\$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US\$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US\$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + 2 \times C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} =$ **#DIV/0! US\$** **US\$**

b) CONCRETO

Volume de concreto do vertedouro:

$V_{cvt} = V_{cog} + V_{cpl} + V_{cdo} + V_{cmv} + V_{cmc} =$ **#DIV/0!** m^2

Volume de concreto da ogiva:

$$V_{cog} = \left[0{,}944 \times H_d^{0{,}40} \times (p_{vv} + 1{,}5)^{1{,}54} + 0{,}27 \times p_{vv} \times H_d\right] \times (B_{vt} - B_{ad}) +$$
$$+ \left[0{,}944 \times H_d^{0{,}46} \times (p_v + 1{,}5)^{1{,}54} + 0{,}27 \times p_v \times H_d\right] \times B_{ad} + \left(-0{,}007 \times H_d^2 + 0{,}40 \times H_d + 18\right) \times B_{vl} =$$
#DIV/0! m^2

Volume de concreto do paramento de jusante da ogiva:

$V_{cpj} = 1{,}25 \cdot H_d \cdot h_5 \cdot (B_{se} + 2{,}0 - B_{ad}) =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto dos pilares:

$V_{cpl} = 2 \cdot \left(1{,}21 \cdot H_d^2 + 18{,}4 \cdot H_d + 25\right) \cdot e_{pe} =$ **120** m^3

Volume de concreto do salto de esqui:

$V_{cdo} = V_{csd} + V_{csb} =$ #DIV/0! m^3

Volume de concreto do defletor do salto de esqui:

$V_{csd} = \left(0{,}116 \cdot R_{se}^2 + 0{,}247 \cdot H_d \cdot R_{se} - 0{,}023 \cdot H_d^2\right) \cdot (B_{se} + 2{,}0) =$ **#DIV/0!** m^3

Volume de concreto abaixo do defletor do salto de esqui:

$V_{csb} = \left(\frac{d_9}{2} + L_{se}\right) \times (h_4 + 1{,}5) \times (B_{se} + 2{,}0) =$ **#REF!** m^3

sendo:

$d_9 = 1{,}46 \cdot H_d^{0{,}46} \cdot \left[(p_v + 1{,}5)^{0{,}54} - (p_v - h_4)^{0{,}54}\right] =$ **#REF!** m

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

Volume de concreto do revestimento vertical no salto de esqui:

$V_{cmv} = 2 \cdot (d_{11} \cdot 1{,}6 \cdot y \cdot 1{,}0 + d_{13} \cdot 0{,}95 \cdot H_d \cdot 1{,}0) =$ **#DIV/0!** **m³**

$d_{11} = d_{12} + L_{se} - 1{,}46 \times H_d - d_{13} =$ **#DIV/0!** m

$d_{13} = 0{,}75 \cdot \left[NA_{max} - 0{,}05 \cdot H_d - (El_{se} - 1{,}6 \cdot y)\right] = 0$ **#DIV/0!** m ≥ 0

$d_{12} = 1{,}46 \cdot H_d^{0{,}46} \cdot (p_v + 1{,}5)^{0{,}54} =$ 0,00

Volume de concreto das adufas:

$V_{cad} = V_{cpl} - V_{cae} + V_{cac} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume dos pilares das adufas:

$V_{cpl} = (N_{ad} + 1) \times (0{,}16 \times H_{ad}^2 + 2{,}7 \times H_{ad} + 8) \times e_{pl} =$ #DIV/0! m³

Volume das entradas das adufas (a ser descontado do volume da ogiva):

$V_{cae} = N_{ad} \times (0{,}38 \times H_{ad} + 0{,}2) \times H_{ad} \times B_{1ad} =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto na parte da soleira das adufas:

$V_{cac} = (0{,}24 \times H_{ad} + 2) \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Quantidade de cimento e armadura:
Volume de concreto com taxas de cimento e armadura maiores que as da ogiva:

$V_{cen} = V_{cet} + V_{ces} + V_{cep} =$ **#DIV/0!** **m³**

Volume de concreto do teto das adufas: $V_{cet} = (L_{vt} + d_0) \times 0{,}25 \times H_{ad} \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto da soleira das adufas: $V_{ces} = L_{vt} \times 1{,}5 \times B_{ad} =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto dos pilares das adufas: $V_{cep} = \left(L_{vt} - \frac{d_0}{2}\right) \times H_{ad} \times (N_{ad} + 1) \times e_{pl} =$ #DIV/0! m³

Onde: $d_{16} = 1{,}46 \cdot H_d^{0{,}46} \cdot (p_v - h_4)^{0{,}54} =$ #DIV/0! m

$d_0 = (L_{vt} - 0{,}27 \cdot H_d - d_{16} - 0{,}836 \cdot R_{se} + 0{,}15 \cdot H_d) \cdot \frac{H_{ad}}{h_4} =$ #DIV/0! m

$h_4 = El_{se} - 0{,}25 \cdot H_{ad} - El_{ca} =$ #DIV/0! m

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor, soleira e entrada das adufas	200	20
Bacia de dissipação e defletor	250	50
Pilares e muros	250	80
Com taxas maiores	50	60

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	(t)	(t)	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Ogiva, contraforte, abaixo do defletor, soleira e entrada das adufas	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45,00	#DIV/0!
Salto de esqui e paramento de jusante	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Pilares e muros	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	79,00	#DIV/0!
Com taxas maiores	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	69,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**-**	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: S = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

c) EQUIPAMENTOS DAS ADUFAS DE DESVIO

Carga hidrostática máxima no fundo da comporta: $H_x = NA_{max} - El_{ca} =$ **0,00 m**

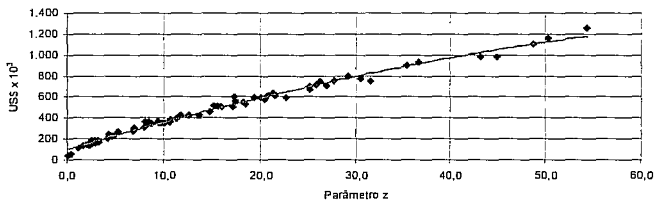
Parâmetro: $z = \frac{B_{fad}^2 \cdot H_{ad} \cdot H_x}{1000} =$ IV/0!

▷ COMPORTAS DE EMERGÊNCIA

Preço de aquisição: (do gráfico B.27)

$\$ = -138{,}2 \cdot z^2 + 27.333 \cdot z + 100.680 =$ **#DIV/0! US$** (para $0{,}1 \le z \le 55$)

Gráfico B.23 - CUSTO DE COMPORTAS TIPO VAGÃO



▷ PARTES FIXAS

Preço global de aquisição:

$\$ = 2 \cdot N_{ad} \cdot (H_x + H_{bl}) \cdot 800 =$ **0 US$**

sendo:

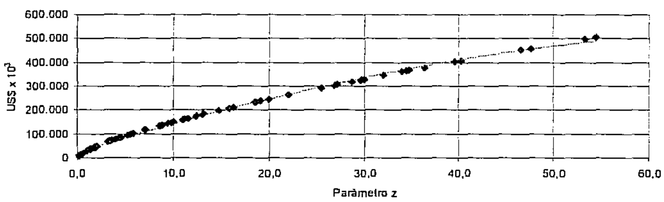
$H_{bl} =$ 4,00 m (Altura de borda livre)

▷ COMPORTAS ENSECADEIRAS PERDIDAS

Preço de aquisição: (do gráfico B.25)

$C_{ocs} = -77 \cdot z^2 + 12.781 \cdot z + 23.323 =$ **#DIV/0! US$/comporta** (para $0{,}1 \le z \le 55$)

Gráfico B.25 - Custo de Comporta Ensecadeira de Fundo



▷ GUINDASTE

Usar grua de construção

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: VERTEDOURO DE OGIVA ALTA, LIVRE	Cálculo: Verificação:

COM SALTO DE ESQUI E COM ADUFAS

7. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.16.24	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23	Equipamento de fechamento	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.16	Comporta de emergência sem guincho	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl		0,00	0	0
.12.16.24.23.17	Comporta ensecadeira de montante	un	-1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl		0,00	0	0
.12.16.24.23.17	Comporta ensecadeira de jusante	un			0	0
.12.16.24.23.56	Peças fixas extras	gl			0	0
.12.16.24.23.20	Guindaste	un			0	0
.12.18	**VERTEDOUROS**				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.18.28.23	Equipamento	gl			0	0
.12.18.28.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: CONDUTO ADUTOR	Cálculo: Verificação:

1. DADOS BÁSICOS

Dados para dimensionamento:

L_{ad} =		m	(Comprimento do túnel)
Q_t =		m³/s	(Vazão turbinada máxima total)
L_c =		m	(Comprimento do trecho revestido com concreto estrutural)
L_{cp} =		m	(Comprimento do trecho revestido com concreto projetado)
N_{cv} =		unidades	(Número de curvas no túnel - máximo 3 curvas)
δ_1=		°	(Deflexão do eixo dos túneis - curva 1)
δ_2=		°	(Deflexão do eixo dos túneis - curva 2)
δ_3=		°	(Deflexão do eixo dos túneis - curva 3)

Dados para quantificação:

Condição:			(Condições geológicas da região atravessada pelos túneis: 1 - boas; 2 - médias; 3 - incertas)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{sol} =			(Cota da soleira da tomada de água)
L_{pt} =		m	(Comprimento do trecho com tratamento de fundação)

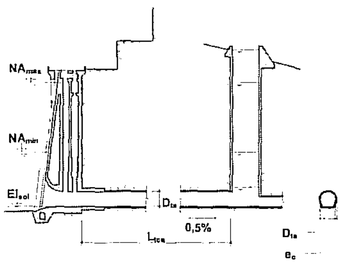


Fig. 5.8.6.05 Seção longitudinal e transversal típicas de túnel de adução

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ **DIÂMETRO DO TÚNEL:** $2,5 \leq D_{ad} \leq 15,0m$

Deve-se redimensionar os túneis (ver texto, seç.5.8.6.).

3. DIMENSIONAMENTO

Velocidade média limite do escoamento no túnel:

v_{max} (m/s)	tipo de revestimento
2,2	1 - não revestido
3,0	2 - revestido com c. projetado
4,5	3 - revestido com c. estrutural

Velocidade média do escoamento no trecho não revestido:

$v_{ad} = 0,8 \times v_{max} =$ 0,0 m/s

Para este trecho: $v_{max} =$ 0,0 m/s

Diâmetro interno dos túneis:

$$D_{ad} = \sqrt{\frac{Q_t}{0,8493 \times v_{ad}}} =$$ 0,00 m

$2,5 \leq D_{ad} \leq 15,0m$ ===> **Diâmetro inferior ao limite mínimo. Redimensionando os túneis:**

$D_{ad} =$ **2,50 m** e $v_{ad} =$ **0,0 m/s**

Velocidade média do escoamento do trecho revestido com concreto projetado:

$v_{ad2} = 0,8 \times v_{max2} =$ 0,0 m/s

Para este trecho: $v_{max2} =$ 0,0 m/s

Diâmetro interno dos túneis:

$$D_{ad2} = \sqrt{\frac{Q_t}{0,8493 \times v_{ad2}}} =$$ 0,00 m

$2,5 \leq D_{ad} \leq 15,0m$ ===> **Diâmetro inferior ao limite mínimo. Redimensionando os túneis:**

$D_{ad2} =$ **2,50 m** $v_{ad2} =$ **0,0 m/s**

Velocidade média do escoamento no trecho revestido com concreto estrutural

$v_{ad3} = 0,8 \times v_{max3} =$ 0,0 m/s

Para este trecho: $v_{max3} =$ 0,0 m/s

Diâmetro interno dos túneis:

$$D_{ad3} = \sqrt{\frac{Q_t}{0,8493 \times v_{ad3}}} =$$ 0,00 m

$2,5 \leq D_{ad} \leq 15,0m$ ===> **Diâmetro inferior ao limite mínimo. Redimensionando os túneis:**

$D_{ad3} =$ **2,50 m** $v_{ad3} =$ **0,0 m/s**

Assim, adotando-se o maior diâmetro:

$D_{ad} =$ **2,50 m**
$v_{ad} =$ **0,0 m/s**

Área da seção transversal:

$A_{se} = 0,8493 \times D_{ad}^2 =$ **5,31 m²**

Perdas de carga

$h_p = h_o + h_f =$ **0,00 m**

sendo:

$h_o = \sum k_{oi} \times \frac{v_{ad}^2}{2 \times g} =$ **0,00 m**

com:

$k_{oi} = 0{,}132 \times \frac{\delta_i}{90^\circ}$

curva 1:	k_{01} = 0,000	===>	h_{01} =	0,00	m
curva 2:	k_{02} = 0,000	===>	h_{02} =	0,00	m
curva 3:	k_{03} = 0,000	===>	h_{03} =	0,00	m

$h_f = 6{,}23 \times \left[\left(L_{ad} - L_c - L_{cp}\right) \times n^2 + L_c \times n_{cr}^2 + L_{cp} \times n_{cp}^2\right] \times \frac{v_{ad}^2}{D_{ad}^{4/3}} =$ **0,00 m**

com:

n =	0,035	(Coef. de Manning para túnel sem revestimento)
n_{cr} =	0,012	(Coef. de Manning para túnel com revestimento em concreto estrutural)
n_{cp} =	0,022	(Coef. de Manning para túnel com revestimento em concreto projetado)

4. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO SUBTERRÂNEA EM ROCHA

$V_{sad} = V_{sae} + V_{san} =$ **#VALOR! m³**

sendo:

Volume de escavação subterrânea do trecho revestido com concreto estrutural:

$V_{sae} = 0{,}8493 \times \left(D_{ad} + 2 \times e_c\right)^2 \times L_c =$ **#VALOR! m³**

com:

$e_c = k_g \times \left[0{,}091 \times D_{ad}^{0{,}62} + 0{,}0034 \times (H - 30)\right] =$ #VALOR! m

$H = NA_{max} - EL_{sol} =$ 0,0 m

k_g	condições geológicas
1,0	boas
1,4	médias
2,0	incertas

Para este aproveitamento: k_g = Opção inválida!

Volume de escavação subterrânea do trecho não revestido e revestido com concreto projetado:

$V_{san} = 0{,}8493 \times D_{ad}^2 \times \left(L_{ad} - L_c\right) =$ **0 m³**

Custo unitário de escavação subterrânea em rocha:

$\$_s = 299{,}64 \times A_{se}^{-0{,}4629} =$ **138,36 US$/m³**

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Comprimento total de chumbadores:

$L_{tfp} = 8{,}39 \times D_{ad} \times L_{pt} =$ **0 m**

Custo total de limpeza e tratamento de fundação:

$C_{tfp} =$ 100,00 US$/m (Custo unitário de chumbadores)

$C_{tfp} = C_{tfp} \times L_{tfp} =$ **0 US$**

b) CONCRETO

$V_{cad} = V_{cap} + V_{cae} =$ **#VALOR! m³**

sendo:

Volume de concreto projetado:

$V_{cap} = 2{,}62 \times D_{ad} \times L_{cp} \times e_{cp} =$ 0 m³ ($e_{cp} =$ 0,05 m)

Volume de concreto estrutural de revestimento:

$V_{cae} = 0{,}8493 \times \left[(D_{ad} + 2 \times e_c)^2 - D_{ad}^2\right] \times L_c =$ #VALOR! m³

Taxas de cimento e armadura:

	cimento (kg/m³)	armadura (kg/m³)
revestimento	250	50
c.projetado	300	70

	CIMENTO (t)	ARMADURA (t)	CSC Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
revestimento	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	93,00	#VALOR!
c.projetado	0	0	0		0
TOTAL	**#VALOR!**	**#VALOR!**	**#VALOR!**	**-**	**#VALOR!**

Custo unitário médio: $ = #VALOR! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: CONDUTO ADUTOR	Cálculo: Verificação:

JUSTIÇA FEDERAL Fls. 1349

5. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = [illegible],00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT. US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.19.32	CONDUTO ADUTOR				#VALOR!	#VALOR!
.12.19.32.12	Escavação	m3			#VALOR!	#VALOR!
.12.19.32.12.10	Comum	m³		3,40	0	0
.12.19.32.12.11	Em rocha a céu aberto	m³		11,00	0	0
.12.19.32.12.12	Subterrânea em rocha	m³	#VALOR!	138,36	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.32.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	0,00	0	0
.12.19.32.14	Concreto	m3			#VALOR!	#VALOR!
.12.19.32.14.13	Cimento	t	#VALOR!	165,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.32.14.14	Concreto sem cimento	m³	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.32.14.15	Armadura	t	#VALOR!	1.420,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.32.17	Outros custos	gl			0	0

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

1. DADOS BÁSICOS

Dados para dimensionamento:

L_{h1} =		m	(Projeção horizontal do trecho 1)
L_{h2} =		m	(Projeção horizontal do trecho 2; adotar o valor 1,0 se for conduto em 3 trechos))
L_{h4} =		m	(Projeção horizontal do trecho 4)
α_1 =		°	(Ângulo de inclinação do trecho 1)
α_2 =		°	(Ângulo de inclinação do trecho 2)
α_3 =		°	(Ângulo de inclinação do trecho 3; adotar valor igual ao ângulo do trecho 2 - α_2)
P_1 =		MW	(Potência de uma unidade geradora)
f_p =			(Fator de potência)
Tipo =			(Tipo de turbina adotada: 1 - Francis; 2 - Pelton; 3 - Kaplan)
N_g =		unidades	(Número de unidades geradoras)
N_f =		unidades	(Número de unidades geradoras por conduto forçado)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
NA_{min} =			(Nível de água mínimo do reservatório)
El_{ten} =			(Cota mais baixa do terreno na área da tomada de água)
e_{to} =		m	(Espessura média da camada de terra na área dos condutos forçados)
NA_{fu} =			(Nível de água normal do canal de fuga)
El_d =			(Cota da linha do centro do distribuidor da turbina)
H_1 =		m	(Queda líquida máxima)
h_c =		m	(Perda de carga no canal de adução, quando for o caso)
h_a =		m	(Perda de carga no túnel de adução, quando for o caso)
A =		m	(Diâmetro da entrada da caixa espiral)
válvula mont			(Necessidade de válvula no início do conduto: 0 - sem; b - borboleta; e - esférica)
válvula jusant			(Necessidade de válvula no início do conduto: 0 - sem; b - borboleta; e - esférica)

Dados para quantificação:

NA_{xfu} =			(Nível de água máximo no canal de fuga)
L_t =		m	(Comprimento do trecho em túnel, se for o caso)
V_{tf} =		m³	(Volume de escavação comum nos condutos forçados)
V_{rf} =		m³	(Volume de escavação em rocha nos condutos forçados)

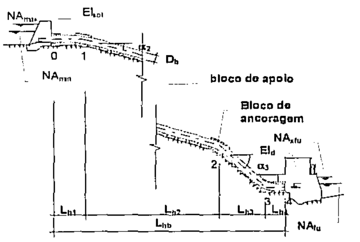


Fig. 6.8.6.08 Perfil esquemático de conduto forçado com quatro trechos.

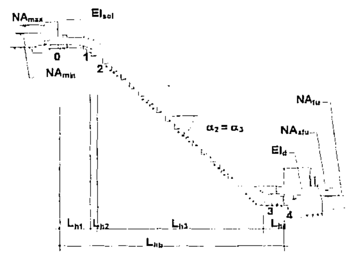


Fig. 6.8.6.09 Perfil esquemático de conduto forçado com três trechos.

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

O dimensionamento dos condutos forçados é feito procurando-se o diâmetro ótimo econômico respeitando as restrições de:

▹ **VELOCIDADE LIMITE DE 7,0 m/s**

#VALOR!

▹ **SOBREPRESSÃO LIMITE DE 30% DA QUEDA BRUTA**

#VALOR!

▹ **PRESSÃO NO CONDUTO DEVE SER POSITIVA**

#VALOR!
#VALOR!
#VALOR!

▹ **COMPRIMENTOS MÍNIMOS**

$L_{h1} \geq 4 \times D_b \times tg\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}$ (= #VALOR! m) ===> #VALOR!

$L_{h4} \geq 4 \times D_b \times tg\frac{\alpha_3}{2}$ (= #VALOR! m) ===> #VALOR!

▹ **PERDAS DE CARGA**

#VALOR!

▹ **APLICAÇÃO DAS VÁLVULAS**

#VALOR!

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

#VALOR!

3. DIMENSIONAMENTO

Número de condutos forçados:

$N_t = \frac{N_g}{N_f} =$ **#DIV/0!**

Primeira aproximação do valor do diâmetro:

$D_b = 14{,}2 \times \frac{(N_f \times P_1)^{0{,}43}}{H_{b1}^{0{,}65}} =$ #DIV/0! m

sendo:

$H_{b1} = NA_{max} - NA_{fu} =$ 0,00 m (Queda bruta)

Vazão turbinada máxima de cada turbina:

$Q_1 = \frac{10^6 \times P_1}{k \times H_1} =$ **#VALOR! m³/s**

Sendo coeficiente k :

$k = \rho \times g \times \eta_{t1} \times \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

$P_2 = \frac{P_1}{f_p} =$ #DIV/0!

Para turbinas Francis:

Cálculos iniciais: $\eta'_{t1} =$ 0,95 (Rendimento da turbina inicial)

$\eta_{g1} = 0{,}92 \times P_2^{0{,}01} =$ #DIV/0!

$k' = \rho \cdot g \cdot \eta'_{t1} \cdot \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

#DIV/0! m³/s (Vazão inicial para cálculo de ht1)

Assim: $\eta_{t1} = 0{,}856 \times Q_1'^{0{,}013} =$ #DIV/0!

Desta forma, com $\eta_{g1} =$ #DIV/0! e $\eta_{t1} =$ #DIV/0! , tem-se para o coeficiente k:

k = #DIV/0! (Para o caso de se adotar turbinas Francis)

Para turbinas Pelton e Kaplan:

$\eta_{t1} =$ 0,96

$\eta_{g1} =$ 0,98

Assim, tem-se:

k = 9.229,25 (Para o caso de se adotar turbinas Pelton ou Kaplan)

Para este aproveitamento: ERRO! Opção inválida!

k = ERRO! Opção inválida!

Vazão máxima de cada conduto forçado:

$Q_{1f} = N_t \times Q_1 =$ **#VALOR! m³/s**

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Vazão turbinada máxima total:

$Q_t = N_g \cdot Q_1 =$ **#VALOR! m³/s**

Velocidade média do escoamento:

$v_b = \frac{4 \times Q_{tf}}{\pi \times D_b^2} =$ #VALOR! m/s

#VALOR!

$v_b =$ **#VALOR! m/s** e $D_b =$ **#VALOR! m**

Diâmetro interno do conduto forçado após bifurcação ou o lateral após repartidor:

$D_{tb} = \frac{D_b}{N_t^{3/8}} =$ **#DIV/0! m**

▹ Perfil do conduto forçado:

Cotas dos pontos 0 a 4:

$El_0 = El_{sol} + \frac{D_b}{2} =$ **#VALOR!** $El_2 = El_1 - L_{h2} \times tg\alpha_2 =$ **#VALOR!**

$El_1 = El_0 - L_{h1} \times tg\alpha_1 =$ **#VALOR!** $El_3 = El_4 = El_d =$ **0,00**

sendo:

$El_{sol} = 0,5 \times int\left(\frac{NA_{min} - h_c - h_s - H_{cp}}{0,5}\right) =$ #VALOR!

$El_{sol} \leq 0,5 \times int\left(\frac{El_{ten} - e_{te}}{0,5}\right) + 1,0$ #VALOR! $El_{sol} =$ #VALOR!

$h_s = 0,8 \times v_{cp} \times \sqrt{H_{cp}} =$ #VALOR! m

para este aproveitamento, sem túnel de adução:

$B_{cp} = D_b =$ #VALOR! m

$H_{cp} = D_b =$ #VALOR! m

$v_{cp} = \frac{Q_{tf}}{B_{cp} \times H_{cp}} =$ VALOR! m/s

Comprimento da projeção horizontal do trecho 3:

$L_{h3} = \frac{El_2 - El_3}{tg\alpha_3} =$ **#VALOR! m**

Comprimento de cada trecho:

$L_1 = \frac{L_{h1}}{\cos\alpha_1} =$ **#VALOR! m** $L_3 = \frac{L_{h3}}{\cos\alpha_3} =$ **#VALOR! m**

$L_2 = \frac{L_{h2}}{\cos\alpha_2} =$ **0,00 m** $L_4 = L_{h4} =$ **#VALOR! m**

Comprimento total do conduto:

$L_b = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 =$ **#VALOR! m**

Comprimento da projeção horizontal do conduto:

$L_{hb} = L_{h1} + L_{h2} + L_{h3} + L_{h4} =$ **#VALOR! m**

Sobrepressão máxima devida a golpe de aríete:

$h_{se} = \frac{2 \cdot L_b \cdot v_b}{g \cdot T_c} =$ #VALOR! m e $0,30 \times H_d =$ 0 m com: $H_d = NA_{max} - El_d =$ 0,00 m

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

sendo:

T_c	Para	
6 s	condutos curtos	$L_b \le 3 \cdot H_{b1}$
10 s	condutos longos	$L_b > 3 \cdot H_{b1}$

T_c = #VALOR! s (Tempo de fechamento da válvula ou distribuidor)

#VALOR!

D_b = **#VALOR!** m para h_{sx} = **#VALOR!** m e v_b = **#VALOR!** **m/s**

#VALOR!

B_{cp} =	**#VALOR!** m	H_{cp} =	**#VALOR!** m
h_{sx} =	**#VALOR!** m	v_{cp} =	**#VALOR!** m/s
El_{sol} =	**#VALOR!**	El_0 =	**#VALOR!**
El_1 =	**#VALOR!**	El_2 =	**#VALOR!**
L_{h3} =	**#VALOR!** m	L_3 =	**#VALOR!** m
L_b =	**#VALOR!** m	L_{hb} =	**#VALOR!** m

Declividade da linha de energia

$i_s = \frac{h_{sx}}{L_{hb}} =$ **#VALOR!**

VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES POSITIVAS EM TODO O CONDUTO:

A pressão é positiva se: $El_1 \le NA_{min} - L_{h1} \times i_s - \frac{D_b}{2}$

Caso contrário, deve-se abaixar a cota do ponto e adaptar os ângulos adjacentes.
Para tanto, a elevação do eixo do conduto deve assumir o valor da elevação da Linha Piezométrica.

El_1 = #VALOR! ===> **#VALOR!**

#VALOR!
#VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR!

$$El_2 \le NA_{min} - (L_{h1} + L_{h2}) \times i_s - \frac{D_b}{2}$$

El_2 = #VALOR! ===> **#VALOR!**

#VALOR!
#VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR!

#VALOR!
#VALOR!
#VALOR!

Área da seção transversal:

$A_{se} = \frac{\pi}{4} \times (D_b + 2 \times e_c)^2 =$ **#VALOR!** **m²**

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

$h_p = h_e + h_a + h_c + h_r + h_b + h_v + h_f$

▹ Perda de carga na entrada

para este aproveitamento, sem túnel de adução:

$h_e = 0{,}20 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g} =$

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

$h_e = 0{,}20 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$ = **VALOR! m**

▹ Perda de carga nas curvas

$$h_a = \sum k_{ai} \times \frac{v_b^2}{2 \times g}$$

sendo:

$$k_{ai} = 0{,}5 \times \frac{\delta_i}{90°}$$ (d_i é o ângulo de deflexão vertical)

Curva 1:	$\delta_1 = \alpha_2 - \alpha_1 =$	0,0 °	===>	$k_{a1} =$	0,00000
Curva 2:	$\delta_2 = \alpha_3 - \alpha_2 =$	0,0 °	===>	$k_{a2} =$	0,00000
Curva 3:	$\delta_3 = \alpha_3 =$	0,0 °	===>	$k_{a3} =$	0,00000

Assim: $h_a =$ **#VALOR! m**

▹ Perda de carga na redução de diâmetro

$h_r = 0{,}10 \times \frac{(v_a - v_b)^2}{2 \times g} =$ **#VALOR! m**

▹ Perda de carga na bifurcação

$h_b = 0{,}10 \times \frac{v_b^2}{2 \times g} =$ **#VALOR! m**

▹ Perda de carga nas válvulas

Para válvula borboleta no início do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$$

Para válvula borboleta no fim do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g}$$

sendo:

$v_a = \frac{4}{\pi} \times \frac{Q_1}{A^2} =$ #VALOR! m/s (Velocidade na entrada do caracol)

Para válvula esférica no início do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}03 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$$

Para válvula esférica no início do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}03 \times \frac{v_a^2}{2 \times g}$$

Não será usado válvula no início do conduto forçado. 0,00
Não será usado válvula no fim do conduto forçado. 0,00
E para a perda total nas válvulas, tem-se: $h_v =$ **0,00 m**

▹ Perda de carga contínua

$h_f = 6{,}35 \times L_b \times \frac{n^2 \times v_b^2}{D_b^{4/3}} =$ **#VALOR! m**

sendo:

n = 0,010 (Coeficiente de Manning para aço.)

Somando-se as perdas, tem-se para a perda de carga total nos condutos:

$h_p =$ **#VALOR! m** que corresponde a **#VALOR!** da Queda bruta.

4. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume definido a partir do projeto: $V_{tf} =$ 0,00 m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Volume definido a partir do projeto: Vrtf = 0,00 m³

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

▹ ESCAVAÇÃO SUBTERRÂNEA EM ROCHA

Volume total de escavação:

$V_{stf} = V_{sb} + V_{st} =$ **#DIV/0!** m^3

Na casa de válvula borboleta:

$V_{sb} = N_t \times 4 \times (D_b + 2 \times e_c)^3 =$ #DIV/0! m^3

Nos túneis:

$V_{st} = N_t \times \frac{\pi}{4} \times \left[(D_b + 2 \times e_c)^2 \times L_t\right] =$ #DIV/0! m^3

sendo:

$e_c = 0{,}091 \times D_b^{0,62} =$ #VALOR! m (Espessura do revestimento de concreto do trecho em túnel)

Custo unitário de escavação subterrânea em rocha:

$\$_s = 299{,}64 \times A_{se}^{-0,4629} =$ **VALOR! US$/m³**

b) LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

$A_{lf} = A_{ls} + A_{lb} + A_{ln} + A_{la} + A_{ll} =$ **#DIV/0! m3**

sendo:

Bloco de ancoragem intermediário:

$A_{lb} = N_t \times 4{,}2 \times D_b \times (D_b + 1) \times \text{sen}(\alpha_3 - \alpha_2) =$ #DIV/0! m3

Bloco de ancoragem inferior:

$A_{ln} = N_t \times \left[(4{,}5 \times D_b + 1{,}5) \times \tan\frac{\alpha_3}{2} + d_2\right] \times (D_b + 2) =$ #DIV/0! m^3

Bloco de apoio:

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

$A_{la} = N_t \cdot N_a \cdot D_b^2 =$ #DIV/0! m^3

Fls. 134

Túnel:

$A_{lt} = N_t \times \pi \times (D_b + 2 \times e_c) \times L_t =$ #DIV/0! m^3

sendo: $d_2 = \dfrac{NA_{xcf} - El_d + \dfrac{D_b}{2} + 2{,}5}{\tan \alpha_3} =$ #VALOR! m

$N_a = \text{int}\left[\dfrac{d_4}{1{,}6 \times D_b} + 0{,}5\right] - 2 =$ #VALOR! unidades (Número de blocos de apoio por conduto.)

$d_4 = L_b - 4 \times D_b \times \left(\text{tg}\dfrac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} + \text{tg}\dfrac{\alpha_3 - \alpha_2}{2}\right) - 2 \times D_b - d_3 =$ #VALOR! m

Bloco de ancoragem superior:

Para $L_t = 0$ e $L_{h1} \le 1{,}7 \times D_b$

$A_{ls} = N_t \times \left(2{,}1 \times D_b^2 + 3 \times D_b + 0{,}9\right)$

Para $L_t = 0$ e $L_{h1} > 1{,}7 \times D_b$

$A_{ls} = N_t \times 4{,}2 \times D_b \times (D_b + 1) \times \text{sen}(\alpha_2 - \alpha_1)$

assim: $A_{ls} =$ #VALOR!

▹ COMPRIMENTO DAS INJEÇÕES DE CONTATO E CONSOLIDAÇÃO

$L_{tf} = 1{,}0 \cdot A_{lt} =$ **#DIV/0!** m

▹ COMPRIMENTO TOTAL DOS CHUMBADORES

$L_{pr} = 1{,}0 \times (A_{ls} + A_{lb} + A_{ln}) =$ **#VALOR!** m

Custo de limpeza e tratamento de fundação

C_{lf} =	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção de cimento)
C_{tlc} =	100,00 US$/m	(Custo unitário de chumbador)

$C_{ltf} = C_{lf} \times A_{lf} + C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} + C_{tf} \times L_{pr} + C_{tlc} \times L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

c) CONCRETO

Volume total de concreto nos condutos forçados

$El_1 \le NA_{min} - L_{h1} \times i_s - \dfrac{D_b}{2}$ **#VALOR!** **m³**

Blocos Superiores
se $L_t = 0$

para $L_{h1} \le 1{,}7 \times D_b$

$V_{cs} = N_t \times \left[0{,}565 \times D_b^3 + 10{,}50 \times D_b^2 + 8{,}4 \times D_b + \left(0{,}029 \times D_b^3 + 0{,}42 \times D_b^2 + 0{,}34 \times D_b\right) \times \alpha\right]$

sendo: $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1 - 25 =$ 0,0 ° ≥ 0 (Censurado automaticamente)

para $L_{h1} > 1{,}7 \times D_b$

$V_{cs} = N_t \times \left[\left(0{,}0072 \times D_b^3 + 0{,}105 \times D_b^2 + 0{,}08 \times D_b\right) \times (\alpha_2 - \alpha_1)\right]$

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Assim: V_{cs} = **#VALOR! m³**

Bloco Intermediário

$$V_{cb} = N_t \times \left[\left(0{,}0072 \times D_b^3 + 0{,}105 \times D_b^2 + 0{,}08 \times D_b\right) \times (\alpha_3 - \alpha_2)\right] =$$ **#VALOR! m³**

Bloco Inferior

$$V_{cf} = N_t \times \left(0{,}228 \times D_b^2 + 4{,}77 \times D_b + 5{,}3\right) \times (Lh_4 + d_3) =$$ **#VALOR! m³**

sendo:
$$d_3 = \frac{NA_{xfu} + 1{,}0 - El_d}{sen\,\alpha_3} =$$ #DIV/0! m

Blocos de Apoio

$$V_{ca} = N_t \times N_a \times 0{,}5 \times D_b^3 =$$ **#VALOR! m³**

Revestimento de concreto do trecho em túnel

$$V_{ct} = N_t \times \frac{\pi}{4} \times \left[(D_b + 2 \times e_c)^2 \times L_t\right] =$$ **#DIV/0! m³**

Concreto adicional nas bifurcações

$$V_{cc} = \pi \times (D_b + 3 \times e_c) \times e_c \times 5 \times D_b =$$ **#VALOR! m³**

Casas de válvula no início do conduto

$$V_{cb} = N_t \cdot 12 \cdot D_b^3 =$$ **0 m³**

Casas de válvula no fim do conduto

$$V_{ce} = N_t \times 12 \times A^3 =$$ **0 m³**

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Revestimento	250	50
Bifurcações e blocos de ancoragem e de apoio	250	84

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	t	t	Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Revestimento	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	51,00	#DIV/0!
Bifurcações e blocos de ancoragem e de apoio	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	69,00	#VALOR!
TOTAL	**#VALOR!**	**#VALOR!**	**#VALOR!**	-	**#DIV/0!**

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

c) EQUIPAMENTOS

PESO TOTAL DA CHAPA METÁLICA DE REVESTIMENTO

▹ Espessura mínima (não deve ser inferior a 0,635 cm)

$$e_{min} = \frac{D_b}{4} + 0{,}127 =$$ #VALOR! cm ===> **#VALOR!**

▹ Espessura requerida

$$e_i = \frac{100 \times p_{si} \times D_b}{2 \times \tau_a} + 0{,}3$$

$e_i = \frac{[illegible]}{2 \times \tau_a} + 0,3$

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

sendo: $\tau_a =$ 1200 kgf/cm² (Tensão admissível do aço.)

▹ Pressão de serviço

aproveitamento sem chaminé de equilíbrio:

Ponto 0:	$p_{s0} = 0,1 \times (NA_{max} - El_0) =$	**#VALOR!**	**kgf/cm²**
Ponto 1:	$p_{s1} = 0,1 \times (NA_{max} + i_s \times L_{h1} - El_1) =$	**#VALOR!**	**kgf/cm²**
Ponto 2:	$p_{s2} = 0,1 \times \left(NA_{max} + i_s \times (L_{h1} + L_{h2}) - El_2\right) =$	**#VALOR!**	**kgf/cm²**
Ponto 3:	$p_{s3} = 0,1 \times \left(NA_{max} + i_s \times (L_{h1} + L_{h2} + L_{h3}) - El_3\right) =$	**VALOR!**	**kgf/cm²**
Ponto 4:	$p_{s4} = 0,1 \times (NA_{max} + h_s - El_4) =$	**#VALOR!**	**kgf/cm²**

Assim:

Ponto 0:	$e_0 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 1:	$e_1 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 2:	$e_2 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 3:	$e_3 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 4:	$e_4 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!

▹ Pressão de serviço da chapa de espessura mínima

$p_{smin} = 2 \times \tau_a \times \frac{e_{min} - 0,3}{100 \times D_b} =$ #VALOR! kgf/cm²

▹ Peso das chapas

Usando a variável auxiliar: $k_c = \frac{7,842 \times \pi \times D_b}{100} =$ #VALOR! t/m²

Tem-se:

1º caso: Se $p_{s0} \geq p_{sn}$:

$$P_{c1} = k_c \times \frac{e_0 + e_1}{2} \times L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times \frac{e_1 + e_2}{2} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times \frac{e_2 + e_3}{2} \times L_3$$

$$P_{c4} = k_c \times \frac{e_3 + e_4}{2} \times L_4$$

2º caso: Se $p_{s1} \geq p_{sn} > p_{s0}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s0}}{0,1 \times (i_s + tg\alpha_1) \times \cos\alpha_1}$$

$$P_{c1} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_1}{2} \times (L_1 - L_{min})\right]$$

P_{c2}, P_{c3}, P_{c4} iguais ao 1º caso.

3º caso: Se $p_{s2} \geq p_{sn} > p_{s1}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s1}}{0,1 \times (i_s + tg\alpha_2) \times \cos\alpha_2}$$

$$P_{c1} = k_c \cdot e_{min} \cdot L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_2}{2} \times (L_2 - L_{min})\right]$$

P_{c3}, P_{c4} iguais ao 1º caso.

4º caso: Se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{s2}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s2}}{0,1 \times (i_s + tg\alpha_3) \times \cos\alpha_3}$$

$$P_{c1} = k_c \cdot e_{min} \cdot L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times e_{min} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_3}{2} \times (L_3 - L_{min})\right]$$

P_{c4} igual ao 1º caso.

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

5º caso: Se $p_{s4} \geq p_{sn} > p_{s3}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s3}}{0,1 \cdot i_s}$$

$$P_{c1} = k_c \cdot e_{min} \cdot L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times e_{min} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times e_{min} \times L_3$$

$$P_{c4} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_4}{2} \times (L_4 - L_{min}) \right]$$

6º caso: Se $p_{sn} > p_{s4}$:

$$P_{c1} = k_c \cdot e_{min} \cdot L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times e_{min} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times e_{min} \times L_3$$

$$P_{c4} = k_c \times e_{min} \times L_4$$

Assim, para este aproveitamento:

#VALOR!

#VALOR! #VALOR! #VALOR!

P_{c1} =	#VALOR!	t
P_{c2} =	#VALOR!	t
P_{c3} =	#VALOR!	t
P_{c4} =	#VALOR!	t

Tem-se assim para o Peso Total das chapas:

$P_c = 1,10 \times N_t \times (P_{c1} + P_{c2} + P_{c3} + P_{c4}) =$ **#VALOR! t**

VÁLVULAS

▹ VÁLVULA BORBOLETA

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_B > 8,0m$ ⇒ fora do campo de aplicação

Se $3,0 \leq D_B \leq 8,0m$ ⇒ $H_x \leq 200m$

Se $D_B < 3,0m$ ⇒ $H_x \leq 300m$

Assim: Início do conduto forçado:

Com: $D_B = D_b =$ #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do conduto forçado:

Com: $D_B = A =$ 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_4 + h_{sx} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Equação da família de curvas:

$\$ = H_x^{0,35} \cdot K_B$ (Custo de uma válvula, em US$)

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

sendo:

para $D_B \leq 2,0$ m: $K_B = 1000 \times (9,6 \times D_B^2 + 8,6 \times D_B - 1,85)$

para $D_B > 2,0$ m: $K_B = 1000 \times (10,2 \times D_B^2 + 9,2 \times D_B - 1,97)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR! m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR! m)

Assim, para este aproveitamento, sem válvula borboleta no conduto forçado, tem-se:

C_{vi} = 0 US$

Custo total de válvulas no início dos condutos: $\$ = C_{vi} \cdot N_t$ = **#DIV/0! US$**

▹ VÁLVULA ESFÉRICA

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_E > 4,0m \Rightarrow$ fora do campo de aplicação

Se $2,0 \leq D_E \leq 4,0m \Rightarrow 200 \leq H_x \leq [-650 \times D_E + 2800]$ m

Se $D_E < 2,0m \Rightarrow 200 \leq H_x \leq 1500m$

Assim: Início do conduto forçado:

Com: $D_E = D_b$ = #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2}$ = #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do conduto forçado:

Com: $D_E = A$ = 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_4 + h_{sx}$ = #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Equação da família de curvas:

$\$ = H_x^{0,4} \cdot K_E$

sendo:

$K_E = 1000 \times (24,4 \times D_E^2 + 4,4 \times D_E + 12,37)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR! m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR! m)

Assim, para este aproveitamento, sem válvula ESFÉRICA no conduto forçado, tem-se:

C_{vf} = 0 US$

Custo total de válvulas no fim dos condutos: $\$ = C_{vf} \cdot N_g$ = **0 US$**

5. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.19.34	TÚNEL E/OU CONDUTOS FORÇADOS				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12.10	Comum	m³	0	3,40	0	0
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	0	11,00	0	0
.12.19.34.12.12	Subterrânea em rocha	m³	#DIV/0!	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14	Concreto	gl			#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.14.13	Cimento	t	#VALOR!	165,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.14.14	Concreto sem cimento	m³	#VALOR!	#DIV/0!	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.14.15	Armadura	t	#VALOR!	1.420,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23	Equipamento	gl			#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.23	Revestimento metálico	t	#VALOR!	2.560,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.24	Válvula borboleta	gl		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.23.24	Válvula esférica	gl		0	0	0
.12.19.34.17	Outros custos	gl			0	0

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: CONDUTOS FORÇADOS	Cálculo: Verificação:

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

1. DADOS BÁSICOS

Dados para dimensionamento:

L_{h1} =		m	(Projeção horizontal do trecho 1)
L_{h2} =		m	(Projeção horizontal do trecho 2)
L_{h4} =		m	(Projeção horizontal do trecho 4)
α_1 =		°	(Ângulo de inclinação do trecho 1)
α_2 =		°	(Ângulo de inclinação do trecho 2)
α_3 =		°	(Ângulo de inclinação do trecho 3)
L_{ad} =		m	(Comprimento do túnel de adução, se for o caso)
P_1 =		MW	(Potência de uma unidade geradora)
k =			(Coeficiente para o cálculo da vazão turbinada; deixe em branco ou digite zero se desejar adotar o valor calculado adiante)
f_p =			(Fator de potência)
Tipo =			(Tipo de turbina adotada: 1 - Francis; 2 - Pelton; 3 - Kaplan)
N_g =		unidades	(Número de unidades geradoras)
N_f =		unidades	(Número de unidades geradoras por conduto forçado)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
NA_{min} =			(Nível de água mínimo do reservatório)
El_{ton} =			(Cota mais baixa do terreno na área da tomada de água)
e_{ts} =		m	(Espessura média da camada de terra na área dos condutos forçados)
NA_{fu} =			(Nível de água normal do canal de fuga)
El_d =			(Cota da linha do centro do distribuidor da turbina)
H_1 =		m	(Queda líquida máxima)
h_c =		m	(Perda de carga no canal de adução, quando for o caso)
h_a =		m	(Perda de carga no túnel de adução, quando for o caso)
A =		m	(Diâmetro da entrada da caixa espiral)
D_{ad} =		m	(Diâmetro interno do túnel de adução)
Válvula 1:			(Necessidade de válvula no início do conduto: 1 - borboleta; 2 - esférica; 3 - NÃO ===> #VALOR! #VALOR!
Válvula 2:			(Necessidade de válvula no fim do conduto: 1 - borboleta; 2 - esférica; 3 - NÃO ===> #VALOR! #VALOR!

Dados para quantificação:

NA_{xfu} =			(Nível de água máximo no canal de fuga)
L_t =		m	(Comprimento do trecho em túnel, se for o caso)
NA_{xch} =			(Nível de água máximo na chaminé de equilíbrio)
V_{tf} =		m^3	(Volume de escavação comum nos condutos forçados)
V_{rf} =		m^3	(Volume de escavação em rocha nos condutos forçados)

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

O dimensionamento dos condutos forçados é feito procurando-se o diâmetro ótimo econômico respeitando as restrições de:

▹ VELOCIDADE LIMITE DE 7,0 m/s

#VALOR!

▹ SOBREPRESSÃO LIMITE DE 30% DA QUEDA BRUTA

#VALOR!

▹ PRESSÃO NO CONDUTO DEVE SER POSITIVA

#VALOR!
#VALOR!
#VALOR!

▹ COMPRIMENTOS MÍNIMOS

$L_{h1} \geq 4 \times D_b \times tg\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2}$ (= #VALOR! m) ===> **#VALOR!**

$L_{h4} \geq 4 \times D_b \times tg\frac{\alpha_3 - \alpha_2}{2}$ (= #VALOR! m) ===> **#VALOR!**

▹ PERDAS DE CARGA

#VALOR!

▹ APLICAÇÃO DAS VÁLVULAS

Válvula borboleta:

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_B > 8,0m \Rightarrow$ fora do campo de aplicação

Se $3,0 \leq D_B \leq 8,0m \Rightarrow H_x \leq 200m$

Se $D_B < 3,0m \Rightarrow H_x \leq 300m$

Assim: Início do conduto forçado:

Com: $D_B = D_b =$ #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do conduto forçado:

Com: $D_B = A =$ 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_4 + h_{sx} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Válvula esférica:

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_E > 4,0m \Rightarrow$ fora do campo de aplicação

Se $2,0 \leq D_E \leq 4,0m \Rightarrow 200 \leq H_x \leq [-650 \cdot D_E + 2800]$ m

Se $D_E < 2,0m \Rightarrow 200 \leq H_x \leq 1500m$

Assim: Início do conduto forçado:

Com: $D_B = D_b =$ #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do conduto forçado:

Com: $D_B = A =$ 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_4 + h_{sx} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

3. DIMENSIONAMENTO

Número de condutos forçados:

$N_t = \frac{N_g}{N_f} =$ #DIV/0!

Primeira aproximação do valor do diâmetro:

$D_b = 14{,}2 \times \frac{(N_f \times P_1)^{0.43}}{H_{b1}^{0.65}} =$ #DIV/0! m

sendo:

$H_{b1} = NA_{max} - NA_{fu} =$ 0,00 m (Queda bruta)

Vazão turbinada máxima de cada turbina:

$Q_1 = \frac{10^6 \times P_1}{k \times H_1} =$ #VALOR! m³/s

Definição do coeficiente k :

$k = \rho \cdot g \cdot \eta_{t1} \cdot \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

$P_2 = \frac{P_1}{f_p} =$ #DIV/0!

Para turbinas Francis:

Cálculos iniciais: $\eta'_{t1} =$ 0,95 (Rendimento da turbina inicial)

$\eta_{g1} = 0{,}92 \cdot P_2^{0{,}01} =$ #DIV/0!

$k' = \rho \cdot g \cdot \eta'_{t1} \cdot \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

$Q'_1 = \frac{10^6 \cdot P_1}{k' \cdot H_1} =$ #DIV/0! m³/s (Vazão inicial para cálculo de η_{t1})

Assim: $\eta_{t1} = 0{,}856 \times Q_1'^{0{,}013} =$ #DIV/0!

Desta forma, com $\eta_{g1} =$ #DIV/0! e $\eta_{t1} =$ #DIV/0! , tem-se para o coeficiente k:

k = #DIV/0! (Para o caso de se adotar turbinas Francis)

Para turbinas Pelton e Kaplan:

$\eta_{t1} =$ 0,96

$\eta_{g1} =$ 0,98

Assim, tem-se:

k = 9.229,25 (Para o caso de se adotar turbinas Pelton ou Kaplan)

Para este aproveitamento: ERRO! Opção inválida!

k = ERRO! Opção inválida!

Vazão máxima de cada conduto forçado:

$Q_{tf} = N_f \cdot Q_1 =$ #VALOR! m³/s

Vazão turbinada máxima total:

$Q_t = N_g \cdot Q_1 =$ #VALOR! m³/s

Velocidade média do escoamento:

$v_b = \frac{4 \times Q_{tf}}{\pi \times D_b^2} =$ #VALOR! m/s

#VALOR!

$v_b =$ #VALOR! m/s e $D_b =$ #VALOR! m

Diâmetro interno do conduto forçado após bifurcação ou o lateral após repartidor:

$D_{1b} = \frac{D_b}{N_f^{3/8}} =$ #DIV/0! m

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

▹ Perfil do conduto forçado:

Cotas dos pontos 0 a 4:

$El_0 = El_{sol} - 0{,}005 \times L_{ad} + \frac{D_b}{2} =$ **#VALOR!** $El_2 = El_1 - L_{h2} \cdot tg\alpha_2 =$ **#VALOR!**

$El_1 = El_0 - L_{h1} \cdot tg\alpha_1 =$ **#VALOR!** $El_3 = El_4 = El_d =$ **0,00**

sendo:

$El_{sol} = 0{,}5 \cdot int\left(\frac{NA_{min} - h_c - h_s - H_{cp}}{0{,}5}\right) =$ #VALOR!

$El_{sol} \leq 0{,}5 \times int\left(\frac{El_{ten} - e_{te}}{0{,}5}\right) + 1{,}0$ #VALOR! $El_{sol} =$ #VALOR!

$h_s = 0{,}8 \cdot v_{cp} \cdot \sqrt{H_{cp}} =$ #VALOR! m

para este aproveitamento, com túnel de adução:

$B_{cp} = D_{ad} =$ 0,00 m

$H_{cp} = D_{ad} =$ 0,00 m

$v_{cp} = \frac{Q_t}{B_{cp} \times H_{cp}} =$ ALOR! m/s

Comprimento da projeção horizontal do trecho 3:

$L_{h3} = \frac{El_2 - El_3}{tg\alpha_3} =$ **#VALOR!** **m**

Comprimento de cada trecho:

$L_1 = \frac{L_{h1}}{cos\alpha_1} =$ **0,00 m** $L_3 = \frac{L_{h3}}{cos\alpha_3} =$ **#VALOR!** **m**

$L_2 = \frac{L_{h2}}{cos\alpha_2} =$ **0,00 m** $L_4 = L_{h4} =$ **0,00 m**

Comprimento total do conduto:

$L_b = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 =$ **#VALOR!** **m**

Comprimento da projeção horizontal do conduto:

$L_{hb} = L_{h1} + L_{h2} + L_{h3} + L_{h4} =$ **#VALOR!** **m**

Sobrepressão máxima devida a golpe de ariete:

$h_{sx} = \frac{2 \cdot L_b \cdot v_b}{g \cdot T_c} =$ #VALOR! m e $0{,}30 \cdot H_d =$ 0 m com: $H_d = NA_{max} - El_d =$ 0,00 m

sendo:

T_c	Para	
6 s	condutos curtos	$L_b \leq 3 \cdot H_{b1}$
10 s	condutos longos	$L_b > 3 \cdot H_{b1}$

$T_c =$ #VALOR! s (Tempo de fechamento da válvula ou distribuidor)

#VALOR!

$D_b =$ **#VALOR!** m para $h_{sx} =$ **#VALOR!** m e $v_b =$ **#VALOR!** m/s

#VALOR!

B_{cp} =	**0,00 m**	H_{cp} =	**0,00 m**
h_{sx} =	**#VALOR! m**	v_{cp} =	**#VALOR! m/s**
El_{sol} =	**#VALOR!**	El_0 =	**#VALOR!**
El_1 =	**#VALOR!**	El_2 =	**#VALOR!**
L_{h3} =	**#VALOR! m**	L_3 =	**#VALOR! m**
L_b =	**#VALOR! m**	L_{hb} =	**#VALOR! m**

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Declividade da linha de energia

$i_s = \frac{h_{cs}}{L_{hb}} =$ **#VALOR!**

VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES POSITIVAS EM TODO O CONDUTO:

A pressão é positiva em 1 se: $El_1 \leq NA_{min} - L_{h1} \cdot i_s - \frac{D_b}{2}$

Caso contrário, deve-se abaixar a cota do ponto e adaptar os ângulos adjacentes.
Para tanto, a elevação do eixo do conduto deve assumir o valor da elevação da Linha Piezométrica.

$El_1 =$ #VALOR! ===> **#VALOR!**

#VALOR!
#VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR!

A pressão é positiva em 2 se: $El_2 \leq NA_{min} - (L_{h1} + L_{h2}) \times i_s - \frac{D_b}{2}$

$El_2 =$ #VALOR! ===> **#VALOR!**

#VALOR!
#VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR! #VALOR!

#VALOR!
#VALOR!
#VALOR!

Área da seção transversal:

$A_{se} = \frac{\pi}{4} \times (D_b + 2 \times e_c)^2 =$ **#VALOR!** **m²**

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

$h_p = h_e + h_a + h_c + h_r + h_b + h_v + h_f$

▹ Perda de carga na entrada
(para este aproveitamento, com túnel de adução)

$h_e = 0{,}20 \cdot \frac{v_{ad}^2}{2 \cdot g} =$ **#VALOR!** **m**

sendo:
$v_{ad} = \frac{Q_t}{0{,}8493 \cdot D_{ad}^2} =$ #VALOR! m/s

▹ Perda de carga nas curvas

$h_c = \sum k_{ci} \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$

sendo:
$k_{ci} = 0{,}5 \times \frac{\delta_i}{90^\circ}$ (d_i é o ângulo de deflexão vertical)

Curva 1:	$\delta_1 = \alpha_2 - \alpha_1 =$	0,0 °	===>	$k_{c1} =$	0,00000
Curva 2:	$\delta_2 = \alpha_3 - \alpha_2 =$	0,0 °	===>	$k_{c2} =$	0,00000
Curva 3:	$\delta_3 = \alpha_3 =$	0,0 °	===>	$k_{c3} =$	0,00000

Assim: $h_c =$ **#VALOR!** **m**

▹ Perda de carga na redução de diâmetro

$h_r = 0{,}10 \times \frac{(v_a - v_b)^2}{2 \times g} =$ **#VALOR!** **m**

▹ Perda de carga na bifurcação (para $N_t > 1$)

$h_b = 0{,}10 \times \frac{v_b^2}{2 \times g} =$ **0** **m**

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

▹ Perda de carga nas válvulas

para válvula borboleta no início do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$$

para válvula borboleta no fim do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g}$$

sendo:

$v_a = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_t}{A^2} =$ #VALOR! m/s (Velocidade na entrada do caracol)

para válvula esférica no início do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}03 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$$

para válvula esférica no início do conduto forçado:

$$h_v = 0{,}03 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g}$$

Opção inválida! $h_v =$ ERRO! Opção in

Opção inválida! $h_v =$ ERRO! Opção in

E para a perda total nas válvulas, tem-se: $h_v =$ **#VALOR!** m

▹ Perda de carga contínua

$h_f = 6{,}35 \cdot L_b \cdot \frac{n^2 \cdot v_b^2}{D_b^{4/3}} =$ **#VALOR!** m

sendo:

n = 0,010 (Coeficiente de Manning para aço.)

Somando-se as perdas, tem-se para a perda de carga total nos condutos:

$h_p =$ **#VALOR!** m que corresponde a **#VALOR!** da Queda bruta.

4. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume definido a partir do projeto: $V_{tf} =$ 0 m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Volume definido a partir do projeto: $V_{rtf} =$ 0 m³

▹ ESCAVAÇÃO SUBTERRÂNEA EM ROCHA

Volume total de escavação:

$V_{stf} = V_{sb} + V_{st} =$ **#DIV/0!** m³

Na casa de válvula borboleta:

$V_{sb} = N_t \cdot 4 \cdot (D_b + 2 \cdot e_c)^3 =$ #DIV/0! m³

Nos túneis:

$V_{st} = N_t \times \frac{\pi}{4} \times \left[(D_b + 2 \times e_c)^2 \times L_t\right] =$ #DIV/0! m³

sendo:

$e_c = 0{,}091 \cdot D_b^{0{,}62} =$ #VALOR! m (Espessura do revestimento de concreto do trecho em túnel)

Custo unitário de escavação subterrânea em rocha:

$\$_s = 299{,}64 \cdot A_{ad}^{0{,}4029} =$ **#VALOR!** US$/m³

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

$A_{lf} = A_{ls} + A_{lb} + A_{ln} + A_{la} + A_{lt} =$ **#DIV/0!** m3

sendo:

Bloco de ancoragem intermediário:

$A_{lb} = N_t \cdot 4{,}2 \cdot D_b \cdot (D_b + 1) \cdot \mathrm{sen}(\alpha_3 - \alpha_2) =$ #DIV/0! m3

Bloco de ancoragem inferior:

$A_{ln} = N_t \times \left[(4{,}5 \times D_b + 1{,}5) \times \tan\frac{\alpha_3}{2} + d_2\right] \times (D_b + 2) =$ #DIV/0! m^3

Bloco de apoio:

$A_{la} = N_t \cdot N_a \cdot D_b^2 =$ #DIV/0! m^3

Túnel:

$A_{lt} = N_t \cdot \pi \cdot (D_b + 2 \cdot e_c) \cdot L_t =$ #DIV/0! m^3

sendo:

$d_2 = \dfrac{NA_{xcf} - El_d + \frac{D_b}{2} + 2{,}5}{\tan\alpha_3} =$ #VALOR! m

$N_a = \mathrm{int}\left[\dfrac{d_4}{1{,}6 \cdot D_b} + 0{,}5\right] - 2 =$ #VALOR! unidades (Número de blocos de apoio por conduto.)

$d_4 = L_b - 4 \times D_b \times \left(\mathrm{tg}\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{2} + \mathrm{tg}\frac{\alpha_3 - \alpha_2}{2}\right) - 2 \times D_b - d_3 =$ #VALOR! m

Bloco de ancoragem superior:

Para $L_t = 0$ e $L_{h1} \leq 1{,}7 \cdot D_b$

$A_{ls} = N_t \cdot (2{,}1 \cdot D_b^2 + 3 \cdot D_b + 0{,}9)$

Para $L_t = 0$ e $L_{h1} > 1{,}7 \cdot D_b$

$A_{ls} = N_t \cdot 4{,}2 \cdot D_b \cdot (D_b + 1) \cdot \mathrm{sen}(\alpha_2 - \alpha_1)$

assim: $A_{ls} =$ #VALOR!

▹ COMPRIMENTO DAS INJEÇÕES DE CONTATO E CONSOLIDAÇÃO

$L_{tf} = 1{,}0 \cdot A_{lt} =$ **#DIV/0!** m

▹ COMPRIMENTO TOTAL DOS CHUMBADORES

$L_{pr} = 1{,}0 \cdot (A_{ls} + A_{lb} + A_{ln}) =$ **#VALOR!** m

Custo de limpeza e tratamento de fundação

$C_{lf} =$	11,20 US\$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US\$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US\$/m	(Custo unitário de injeção de cimento)
$C_{tfc} =$	100,00 US\$/m	(Custo unitário de chumbador)

$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{ic} \cdot L_{tf} + C_{tf} \cdot L_{pr} + C_{tfc} \cdot L_{pr} =$ **#DIV/0!** **US$**

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

b) CONCRETO

Volume total de concreto nos condutos forçados

$V_{ccf} = V_{cs} + V_{cb} + V_{cf} + V_{ca} + V_{ct} + V_{cc} + V_{cb} + V_{ce} =$ **#VALOR!** m³

Blocos Superiores

se $L_t = 0$

para $L_{h1} \leq 1{,}7 \cdot D_b$

$$V_{cs} = N_t \cdot \left[0{,}565 \cdot D_b^3 + 10{,}50 \cdot D_b^2 + 8{,}4 \cdot D_b + \left(0{,}029 \cdot D_b^3 + 0{,}42 \cdot D_b^2 + 0{,}34 \cdot D_b\right) \cdot \alpha\right]$$

sendo: $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1 - 25 =$ 0,0 ° ≥ 0 (O resultado é censurado automaticamente no caso de ser menor que 0)

para $L_{h1} > 1{,}7 \cdot D_b$

$$V_{cs} = N_t \cdot \left[\left(0{,}0072 \cdot D_b^3 + 0{,}105 \cdot D_b^2 + 0{,}08 \cdot D_b\right) \cdot (\alpha_2 - \alpha_1)\right]$$

Assim: $V_{cs} =$ **#VALOR!** m³

Bloco Intermediário

$V_{cb} = N_t \cdot \left[\left(0{,}0072 \cdot D_b^3 + 0{,}105 \cdot D_b^2 + 0{,}08 \cdot D_b\right) \cdot (\alpha_3 - \alpha_2)\right] =$ **#VALOR!** m³

Bloco Inferior

$V_{cf} = N_t \cdot \left(0{,}228 \cdot D_b^2 + 4{,}77 \cdot D_b + 5{,}3\right) \cdot (Lh_4 + d_3) =$ **#VALOR!** m³

sendo: $d_3 = \dfrac{NA_{xfu} + 1{,}0 - El_d}{sen\alpha_3} =$ #DIV/0! m

Blocos de Apoio

$V_{ca} = N_t \cdot N_a \cdot 0{,}5 \cdot D_b^3 =$ **#VALOR!** m³

Revestimento de concreto do trecho em túnel

$V_{ct} = N_t \times \dfrac{\pi}{4} \times \left[(D_b + 2 \times e_c)^2 \times L_t\right] =$ **#DIV/0!** m³

Concreto adicional nas bifurcações

$V_{cc} = \pi \cdot (D_b + 3 \cdot e_c) \cdot e_c \cdot 5 \cdot D_b =$ **#VALOR!** m³

Casas de válvula no início do conduto

$V_{cb} = N_t \cdot 12 \cdot D_b^3 =$ **FALSO** m³

Casas de válvula no fim do conduto

$V_{ce} = N_t \cdot 12 \cdot A^3 =$ **FALSO** m³

Taxas de cimento e armadura:

	cimento (kg/m³)	armadura (kg/m³)
Revestimento	250	50
Bifurcações e blocos de ancoragem e de apoio	250	84

Totais:

	cimento t	armadura t	CSC Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Revestimento	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	51,00	#DIV/0!
Bifurcações e blocos de ancoragem e de apoio	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	69,00	#VALOR!
TOTAL	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-	#DIV/0!

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

c) EQUIPAMENTOS

▹ PESO TOTAL DA CHAPA METÁLICA DE REVESTIMENTO

Espessura mínima (não deve ser inferior a 0,635 cm)

$e_{min} = \frac{D_b}{4} + 0{,}127 =$ #VALOR! cm ===> #VALOR!

Espessura requerida

$$e_i = \frac{100 \cdot p_{si} \cdot D_b}{2 \cdot \tau_a} + 0{,}3$$

sendo: $t_a =$ 1200 kgf/cm² (Tensão admissível do aço.)

Pressão de serviço

aproveitamento com chaminé de equilíbrio:

Ponto 0:	$p_{s0} = 0{,}1 \times (NA_{xch} - El_0) =$	#VALOR!	kgf/cm²
Ponto 1:	$p_{s1} = 0{,}1 \times (NA_{xch} + i_s \times L_{h1} - El_1) =$	#VALOR!	kgf/cm²
Ponto 2:	$p_{s2} = 0{,}1 \cdot (NA_{xch} + i_s \cdot (L_{h1} + L_{h2}) - El_2) =$	#VALOR!	kgf/cm²
Ponto 3:	$p_{s3} = 0{,}1 \cdot (NA_{xch} + i_s \cdot (L_{h1} + L_{h2} + L_{h3}) - El_3) =$	#VALOR!	kgf/cm²
Ponto 4:	$p_{s4} = 0{,}1 \times (NA_{xch} + h_{sx} - El_4) =$	#VALOR!	kgf/cm²

Assim:

Ponto 0:	$e_0 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 1:	$e_1 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 2:	$e_2 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 3:	$e_3 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 4:	$e_4 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!

Pressão de serviço da chapa de espessura mínima

$p_{sn} = 2 \times \tau_a \times \frac{e_{min} - 0{,}3}{100 \times D_b} =$ #VALOR! kgf/cm²

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Peso das chapas

Usando a variável auxiliar: $k_c = \frac{7{,}842 \times \pi \times D_b}{100} =$ #VALOR! t/m²

Tem-se:

1º caso: Se $p_{s0} \geq p_{sn}$:

$$P_{c1} = k_c \times \frac{e_0 + e_1}{2} \times L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times \frac{e_1 + e_2}{2} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times \frac{e_2 + e_3}{2} \times L_3$$

$$P_{c4} = k_c \times \frac{e_3 + e_4}{2} \times L_4$$

2º caso: Se $p_{s1} \geq p_{sn} > p_{s0}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s0}}{0{,}1 \times (i_s + tg\alpha_1) \times \cos\alpha_1}$$

$$P_{c1} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_1}{2} \times (L_1 - L_{min}) \right]$$

P_{c2}, P_{c3}, P_{c4} iguais ao 1º caso.

3º caso: Se $p_{s2} \geq p_{sn} > p_{s1}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s1}}{0{,}1 \times (i_s + tg\alpha_2) \times \cos\alpha_2}$$

$$P_{c1} = k_c \times e_{min} \times L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_2}{2} \times (L_2 - L_{min}) \right]$$

P_{c3}, P_{c4} iguais ao 1º caso.

4º caso: Se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{s2}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s2}}{0{,}1 \times (i_s + tg\alpha_3) \times \cos\alpha_3}$$

$$P_{c1} = k_c \times e_{min} \times L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times e_{min} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_3}{2} \times (L_3 - L_{min}) \right]$$

P_{c4} igual ao 1º caso.

5º caso: Se $p_{s4} \geq p_{sn} > p_{s3}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s3}}{0{,}1 \times i_s}$$

$$P_{c1} = k_c \times e_{min} \times L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times e_{min} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times e_{min} \times L_3$$

$$P_{c4} = k_c \times \left[e_{min} \times L_{min} + \frac{e_{min} + e_4}{2} \times (L_4 - L_{min}) \right]$$

6º caso: Se $p_{sn} > p_{s4}$:

$$P_{c1} = k_c \times e_{min} \times L_1$$

$$P_{c2} = k_c \times e_{min} \times L_2$$

$$P_{c3} = k_c \times e_{min} \times L_3$$

$$P_{c4} = k_c \times e_{min} \times L_4$$

Assim, para este aproveitamento:

#VALOR!

#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
P_{c1} =	#VALOR!	t
P_{c2} =	#VALOR!	t
P_{c3} =	#VALOR!	t
P_{c4} =	#VALOR!	t

Tem-se assim para o Peso Total das chapas:

$P_c = 1{,}10 \cdot N_t \cdot (P_{c1} + P_{c2} + P_{c3} + P_{c4}) =$ #VALOR! t

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

VÁLVULAS

▹ VÁLVULA BORBOLETA

Equação da família de curvas:

$\$ = H_x^{0,35} \cdot K_B$ (Custo de uma válvula, em US$)

sendo:

para $D_B \leq 2{,}0$ m: $K_B = 1000 \times \left(9{,}6 \times D_B^2 + 8{,}6 \times D_B - 1{,}85\right)$

para $D_B > 2{,}0$ m: $K_B = 1000 \cdot \left(10{,}2 \cdot D_B^2 + 9{,}2 \cdot D_B - 1{,}97\right)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR!	m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR!	m)

Assim, para este aproveitamento, ERRO! Opção inválida!

\$ = ERRO! Op_vãc ERRO! Opção inválida!

Custo total de válvulas no início dos condutos: $\$ = C_{vi} \cdot N_t =$ **#VALOR! US$**

▹ VÁLVULA ESFÉRICA

Equação da família de curvas:

$\$ = H_x^{0,4} \times K_E$

sendo:

$K_E = 1000 \times \left(24{,}4 \times D_E^2 + 4{,}4 \times D_E + 12{,}37\right)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR!	m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR!	m)

Assim, para este aproveitamento, ERRO! Opção inválida!

\$ = 0 ERRO! Opção inválida!

Custo total de válvulas no fim dos condutos: $\$ = C_{vf} \cdot N_g =$ 0 US$

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: CONDUTOS FORÇADOS	Verificação:

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

5. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.19.34	TÚNEL E/OU CONDUTOS FORÇADOS				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12.10	Comum	m³	0	3,40	0,00	0,00
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	0	11,00	0,00	0,00
.12.19.34.12.12	Subterrânea em rocha	m³	#DIV/0!	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.23	Equipamento	gl			#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.23	Revestimento metálico	t	#VALOR!	2.560,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.24	Válvula	gl	1	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.17	Outros custos	gl			0,00	0,00

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO	Cálculo: Verificação:

1. DADOS BÁSICOS

Dados para dimensionamento e quantificação:

v_{ad} =		m/s	(Velocidade média do escoamento no túnel de adução)
L_{ad} =		m	(Comprimento do túnel de adução)
D_{ad} =		m	(Diâmetro do túnel de adução)
h_a =		m	(Perda de carga no túnel de adução)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
NA_{min} =			(Nível de água mínimo do reservatório)
El_d =			(Cota da linha de centro do distribuidor da turbina)
El_{sol} =			(Cota da soleira da tomada de água)
El_{te} =			(Cota do terreno na área da chaminé de equilíbrio)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área da chaminé)

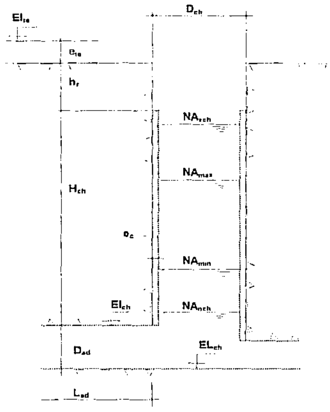


Fig. 5.8.6.06 Seções típicas da chaminé de equilíbrio.

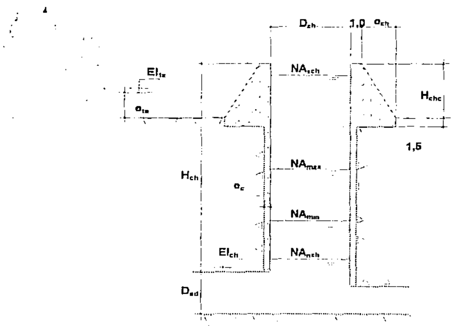


Fig. 5.8.6.07 Seção típica de chaminé de equilíbrio com oscilação máxima acima do topo da rocha.

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

▹ NÍVEL DE ÁGUA NA CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO
#DIV/0!

3. DIMENSIONAMENTO

▹ Área da seção transversal da chaminé de equilíbrio:

$$A_{ch} = 1{,}25 \cdot \frac{v_{ad}^2}{2 \cdot g} \cdot \frac{L_{ad} \cdot A_{ad}}{(H_d - h_e - h_a) \cdot (h_e + h_a)} = \quad \text{\#DIV/0!} \; m^2$$

sendo:

$A_{ad} = 0{,}8493 \cdot D_{ad}^2 =$ 0,00 m^2

$h_e = 0{,}20 \cdot \frac{v_{ad}^2}{2 \cdot g} =$ 0,00 m

$H_d = NA_{min} - El_d =$ 0,00 m

▹ Diâmetro interno da chaminé de equilíbrio:

$$D_{ch} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{ch}}{\pi}} = \quad \text{\#DIV/0!} \; m$$

▹ Oscilação máxima na chaminé de equilíbrio:

$$Y_{max} = v_{ad} \times \sqrt{\frac{L_{ad} \times A_{ad}}{g \times A_{ch}}} = \text{\#DIV/0!} \; m$$

▹ Nível de água máximo na chaminé de equilíbrio:

$$NA_{xch} = NA_{max} - \frac{2}{3} \cdot (h_e + h_a) + Y_{max} = \quad \text{\#DIV/0!}$$

▹ Nível de água mínimo na chaminé de equilíbrio:

$$NA_{nch} = NA_{min} + 2 \cdot (h_e + h_a) - Y_{max} = \quad \text{\#DIV/0!}$$

▹ Cota do fundo da chaminé:

$$El_{ch} = El_{sol} - 0{,}005 \cdot L_{ad} + D_{ad} \leq NA_{nch} - 1{,}0$$

Assim: $El_{ch} =$ #DIV/0!

▹ Altura da chaminé de equilíbrio:

$$H_{ch} = NA_{xch} + 1{,}0 - El_{ch} = \quad \text{\#DIV/0!} \; m$$

▹ Altura da chaminé acima do topo da rocha:

Se $(NA_{xch} + 1{,}0) > (El_{te} - e_{te})$

$$H_{chc} = NA_{xch} + 1{,}0 - (El_{te} - e_{te}) = \quad \text{\#DIV/0!} \quad \text{\#DIV/0!}$$

▹ Espessura adicional de concreto na base do contraforte:

$$e_{ch} = \frac{D_{ch}}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{\sigma_c + p_s}{\sigma_c - p_s}} - 1 \right) = \quad \text{\#DIV/0!} \; m$$

onde:

$\sigma_c =$ 10,00 kg/cm² (Resistência do concreto à tração)

$p_s = \frac{NA_{xch} - (El_{te} - e_{te})}{10} =$ #DIV/0! m (Pressão de serviço)

▹ Profundidade média de rocha acima do topo da chaminé de equilíbrio:

Se $(NA_{xch} + 1{,}0) \leq (El_{te} - e_{te})$

$$h_r = El_{te} - e_{te} - (NA_{xch} + 1{,}0) = \quad \text{\#DIV/0!} \quad \text{\#DIV/0!}$$

▹ Espessura do revestimento de concreto:

$$e_c = 0{,}00274 \times D_{ch}^2 + 0{,}018 \times D_{ch} + 0{,}10 =$$ #DIV/0! m

4. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume de escavação comum:

Se $H_{chc} > 0$:

$$V_{tch} = \frac{\pi}{4} \cdot \left[D_{ch} + 2 \cdot (1 + e_{ch} + e_{te})\right]^2 \cdot e_{te}$$

Se $H_{chc} \leq 0$:

$$V_{tch} = \frac{\pi}{4} \cdot \left[D_{ch} + 2 \cdot (e_c + e_{te})\right]^2 \cdot e_{te}$$

Assim, para este aproveitamento, com H_{chc} = #DIV/0! m, tem-se:

V_{tch} = #DIV/0! m³

▹ ESCAVAÇÃO SUBTERRÂNEA EM ROCHA

Volume:

Se $H_{chc} > 0$:

$$V_{sch} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{ch} + 2 \cdot e_c)^2 \cdot (H_{ch} - H_{chc}) + \pi \cdot (D_{ch} + e_c + e_{ch} + 1) \cdot (e_{ch} + 1 - e_c) \cdot 1{,}5$$

Se $H_{chc} \leq 0$:

$$V_{sch} = \frac{\pi}{4} \times (D_{ch} + 2 \times e_c)^2 \times (h_r + H_{ch})$$

Assim, para este aproveitamento, com H_{chc} = #DIV/0! m, tem-se:

V_{sch} = #DIV/0! m³

Custo unitário de escavação subterrânea em rocha

$$\$_s = 299{,}64 \cdot A_{se}^{-0{,}4629} =$$ #DIV/0!

sendo: $A_{se} = \frac{\pi}{4} \times (D_{ch} + 2 \times e_c)^2 =$ #DIV/0! m² (Área da seção transversal da chaminé)

▹ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de Limpeza da Fundação:

Se $H_{chc} > 0$:

$$A_{tf} = \pi \cdot (D_{ch} + 2 \cdot e_c) \cdot (H_{ch} - H_{chc}) + \pi \cdot (D_{ch} + e_c + e_{ch} + 1) \cdot (e_{ch} + 1 - e_c)$$

Se $H_{chc} \leq 0$:

$$A_{tf} = \pi \cdot (D_{ch} + 2 \cdot e_c) \cdot H_{ch}$$

Assim, para este aproveitamento, com H_{chc} = #DIV/0! m, tem-se:

A_{tf} = #DIV/0! m²

Comprimento de injeção de contato e consolidação:

Se $H_{chc} > 0$:

$$L_{tf} = 2 \times \pi \times (D_{ch} + 2 \times e_c) \times (H_{ch} - H_{chc})$$

Se $H_{chc} \leq 0$:

$$L_{tf} = 2 \times \pi \times (D_{ch} + 2 \times e_c) \times H_{ch}$$

Assim, para este aproveitamento, com H_{chc} = #DIV/0! m, tem-se:

L_{tf} = #DIV/0! m

Custo Total de Limpeza e Tratamento de Fundação:

C_{lf} = 11,20 US$/m² (Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} = 70,00 US$/m (Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} = 30,00 US$/m (Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$$C_{tlf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{ic} \cdot L_{tf} =$$ **#DIV/0! US$**

b) CONCRETO

Volume de concreto estrutural:

Se $H_{chc} > 0$:

$$V_{cch} = \left(\frac{A_1 + A_2}{2} - A_{ch}\right) \times H_{chc} + \left(A_0 - A_{ch}\right) \times H_{ch} + \left(A_2 - A_0\right) \times 1{,}5$$

onde:

$$A_0 = \frac{\pi}{4} \cdot \left(D_{ch} + 2 \cdot e_c\right)^2 =$$ #DIV/0! m²

$$A_1 = \frac{\pi}{4} \times \left(D_{ch} + 2{,}0\right)^2 =$$ #DIV/0! m²

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \cdot \left(D_{ch} + 2{,}0 + 2 \cdot e_{ch}\right)^2 =$$ #DIV/0! m²

Se $H_{chc} \leq 0$:

$$V_{cch} = \pi \cdot \left(D_{ch} + e_c\right)^2 \cdot e_c \cdot H_{ch}$$

Volume de concreto projetado:

Se $H_{chc} > 0$:

$$V_{cp} = 0$$

Se $H_{chc} \leq 0$:

$$V_{cp} = \pi \cdot \left(D_{ch} + e_c\right) \cdot 0{,}10 \cdot h_r$$

Assim, para este aproveitamento, com H_{chc} = #DIV/0! m, tem-se:

V_{cch} = **#DIV/0!** m³
V_{cp} = **#DIV/0!** m³

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Revestimento	250	50
Concreto projetado	300	70

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	(t)	(t)	Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Revestimento	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	85,00	#DIV/0!
Concreto projetado	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		#DIV/0!
TOTAL	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-	#DIV/0!

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

5. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00
Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT. US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.19.33	CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.12	Escavação	m3			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.12.11	Em rocha a céu aberto	m³		11,00	0	0
.12.19.33.12.12	Subterrânea em rocha	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.14	Concreto	m³			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.33.23	Equipamento	gl			0	0
.12.19.33.23.23	Revestimento metálico	t		8,96	0	0
.12.19.33.17	Outros custos	gl			0	0

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: CANAL DE ADUÇÃO	Verificação:

1. DADOS BÁSICOS

Dados para dimensionamento:

L_{cn} =		m	(Comprimento do canal)
L_c =		m	(Comprimento do trecho revestido com concreto)
Q_t =		m^3/s	(Engolimento máximo total)
El_{te} =			(Cota do terreno no eixo do canal)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra)
NA_{max}=			(Nível de água máximo normal do reservatório)
NA_{min}=			(Nível de água mínimo do reservatório)

Dados para quantificação:

e_c =		m	(Espessura de revestimento de concreto estrutural do canal)

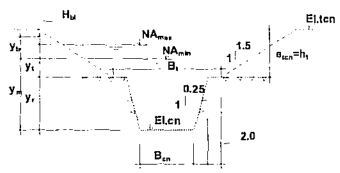


Fig. 5.8.6.01 Seção transversal típica de canal de adução em terra e rocha

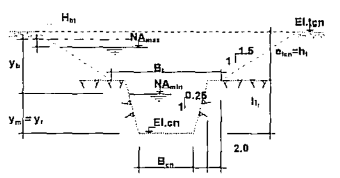


Fig. 5.8.6.02 Seção transversal típica de canal de aduçãoem rocha.

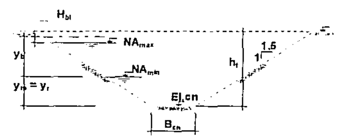


Fig. 5.8.6.03 Seção transversal típica de canal de adução em terra.

2. DIMENSIONAMENTO

▹ Depleção máxima do reservatório

$d = NA_{max} - NA_{min} =$ **0,00 m**

▹ Profundidade do escoamento

$y_m = \sqrt{\frac{Q_t}{3}} =$ **0,00 m**

▹ Cota do fundo do canal

$El_{cn} = NA_{min} - y_m =$ **0,00**

▹ Largura do fundo do canal

$B_{cn} = 1{,}5 \times y_m =$ **0,00 m**

▹ Casos possíveis e condições de ocorrência dos tipos de seção do canal:

Caso 1 : Seção de escoamento em terra e rocha. $El_{cn} < El_{te} - e_{te}$ e $NA_{min} > El_{te} - e_{te}$

Caso 2 : Seção de escoamento em rocha. $El_{cn} < El_{te} - e_{te}$ e $NA_{min} \leq El_{te} - e_{te}$

Caso 3 : Seção de escoamento em terra. $El_{cn} \geq El_{te} - e_{te}$

Para este aproveitamento, com:

$El_{cn} =$ 0,00
$NA_{min} =$ 0,00
$El_{te} - e_{te} =$ 0,00

tem-se:

Seção de escoamento em terra, ou seja, caso 3

▹ Altura da lâmina de água do escoamento na parte em terra:

Caso 1 : $y_t = e_{to} - (El_{to} - NA_{min})$

Caso 2 : $y_t = 0$

Caso 3 : $y_t = y_m$

Assim, para este aproveitamento: $y_t =$ **0,00 m**

▹ Profundidade de escavação em terra:

Caso 1 : $h_t = e_{to}$

Caso 2 : $h_t = e_{te}$

Caso 3 : $h_t = El_{to} - El_{cn}$

Assim, para este aproveitamento: $h_t =$ **0,00 m**

▹ Altura da lâmina de água do escoamento na parte em rocha:

$y_r = y_m - y_t =$ **0,00 m**

▹ Profundidade de escavação na parte em rocha:

Caso 1 : $h_r = y_r$

Caso 2 : $h_r = y_r + El_{to} - e_{to} - NA_{min}$

Caso 3 : $h_r = 0$

Assim, para este aproveitamento: $h_r =$ **0,00 m**

▹ Área total da seção de escoamento:

$A_{cn} = A_{rcn} + A_{tcn} =$ **0,00 m²**

$A_{rcn} = (1{,}5 \cdot y_m + 0{,}25 \cdot y_r) \cdot y_r =$ 0,00 m²

$A_{tcn} =$ **0,00 m²**

Caso 1 : $A_{tcn} = (B_{cn} + 0{,}5 \cdot y_r + 1{,}5 \cdot y_t + 4) \cdot y_t$

Caso 2 : $A_{tcn} = 0$

Caso 3 : $A_{tcn} = (B_{cn} + 1{,}5 \cdot y_t) \cdot y_t$

▹ Perda de carga do canal de adução:

$$h_{pc} = \left[(L_{cn} - L_c) \cdot n^2 + L_c \cdot n_c^2\right] \cdot \frac{v_{cn}^2}{R_h^{4/3}} = \text{\#DIV/0!} \quad m$$

sendo: $v_{cn} = \frac{Q_L}{A_{cn}} =$ #DIV/0! m/s

$R_h =$ #DIV/0! m

Caso 1 : $R_h = \frac{A_{cn}}{B_{cn} + 2{,}06 \times y_r + 4 + 3{,}61 \times y_t}$

Caso 2 : $R_h = \frac{A_{cn}}{B_{cn} + 2{,}06 \times y_r}$

Caso 3 : $R_h = \frac{A_{cn}}{B_{cn} + 3{,}61 \times y_t}$

Coeficiente de Manning:

n	tipo de revestimento
0,035	1 - rocha
0,025	2 - terra
0,014	3 - revestido com concreto

Para este aproveitamento: n = 0,025

▹ Declividade do fundo do canal:

$$i = \frac{h_{pc}}{L_{cn}} = \text{\#DIV/0!} \quad m/m$$

▹ Câmara de carga:

Se $L_{cn} > 3{,}0$ km: $V_{cg} = \frac{300 \times Q_1}{N_g}$

Para este aproveitamento: $V_{cg} =$ 0,00 m^3

3. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

- Escavação comum

Casos 1 e 2 : $V_{tcn} = (B_{cn} + 0{,}5 \cdot h_r + 1{,}5 \cdot h_t + 4) \cdot h_t \cdot L_{cn}$

Caso 3 : $V_{tcn} = (B_{cn} + 1{,}5 \cdot h_t) \cdot h_t \cdot L_{cn}$

Assim, para este aproveitamento: V_{tcn} = 0 m³

- Escavação em rocha

Casos 1 e 2 : $V_{rcn} = (B_{cn} + 0{,}25 \cdot h_r) \cdot h_r \cdot L_{cn}$

Caso 3 : $V_{rcn} = 0$

Assim, para este aproveitamento: V_{rcn} = 0 m³

b) CONCRETO

Caso 1 : $V_{ccn} = \left[B_{cn} + 2{,}06 \cdot h_r + 4{,}0 + 3{,}61 \cdot (d + y_1 + 2)\right] \cdot e_c \cdot L_c$

Caso 2 : $V_{ccn} = \left[B_{cn} + 2{,}06 \cdot h_r + 4{,}0 + 3{,}61 \cdot (d_1 + y_1)\right] \cdot e_c \cdot L_c$

sendo:

$d_1 = NA_{max} - (El_{te} - e_{te}) + 2 =$ 2,00 m

Caso 3 : $V_{ccn} = \left[B_{cn} + 3{,}61 \cdot (d + y_1 + 2)\right] \cdot e_c \cdot L_c$

Assim, para este aproveitamento: V_{ccn} = 0,00 m³

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m³)	Armadura (kg/m³)
Concreto convencional	275	65

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
			Volume	C. unitário	C. total
	t	t	(m³)	(US$/m³)	(US$)
Concreto convencional	0	0	0	93,00	0
Total:	0	0	0	-	0

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: CANAL DE ADUÇÃO	Cálculo: Verificação:

4. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00
Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT. US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.19.31	CANAL DE ADUÇÃO				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.31.12	Escavação	m3			0,00	0,00
.12.19.31.12.10	Comum	m³	0,00	3,40	0,00	0,00
.12.19.31.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	0,00	11,00	0,00	0,00
.12.19.31.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl			0,00	0,00
.12.19.31.14	Concreto	m³			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.31.14.13	Cimento	t	0,00	165,00	0,00	0,00
.12.19.31.14.14	Concreto sem cimento	m³	0,00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.31.14.15	Armadura	t	0,00	1.420,00	0,00	0,00

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: CANAL DE FUGA	Verificação:

1. DADOS BÁSICOS

Dados para dimensionamento:

L_{fu} =		m	(Comprimento do canal)
Q_t =		m^3/s	(Vazão turbinada máxima total)
NA_{fu} =			(Nível de água mínimo no canal de fuga)
m =		m	(Inclinação do talude lateral, distância horizontal para um desnível de 1,0 m: 0,25 - canais em rocha;

Dados para quantificação:

e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra)
El_{te} =			(Cota do terreno no eixo do canal de fuga)

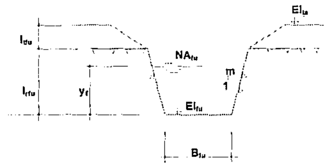


Fig. 5.8.6.11 Seção típica do canal de fuga.

2. DIMENSIONAMENTO

▹ Área da seção de escoamento:

$$A_{fu} = \frac{Q_t}{v_{fu}} = \quad 0{,}00 \ m^2$$

sendo: v_{fu}= 1,50 m/s (Velocidade média do escoamento)

▹ Profundidade de escoamento do canal:

$$y_f = \sqrt{\frac{A_{fu}}{1{,}5 + m}} = \quad 0{,}00 \ m$$

▹ Largura do fundo do canal:

$$B_{fu} = 1{,}5 \times y_f = \quad \#DIV/0! \quad m$$

▹ Cota do fundo do canal:

$$El_{fu} = NA_{fu} - y_f = \quad 0{,}00 \ m$$

▹ Declividade do fundo do canal:

$$i = \frac{n^2 \cdot v_{fu}^2}{R_h^{4/3}} = \quad \#VALOR! \ m/m$$

sendo:

$$R_h = \frac{A_{fu}}{B_{fu} + 2 \times y_{fu} \times \sqrt{1+m^2}} = \quad \#DIV/0! \ m$$

Coeficiente de Manning:

n	tipo de revestimento
0,025	terra
0,035	rocha

Para este aproveitamento: n = Opção inválida!

▹ Perda de carga no canal:

$$h_p = i \times L_{cn} = \quad \#VALOR! \quad m$$

3. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

$$V_{tfu} = \left[B_{fu} + m \cdot (2 \cdot h_r + e_{te})\right] \cdot e_{te} \cdot L_{fu} = \quad \#DIV/0! \quad m^3$$

sendo:

$$h_r = (El_{te} - El_{fu}) - e_{te} = \quad 0{,}00 \ m$$ (Profundidade de escavação em rocha)

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

$$V_{rfu} = (B_{fu} + m \cdot h_r) \cdot h_r \cdot L_{fu} = \quad \#DIV/0! \quad m^3$$

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: CANAL DE FUGA	Verificação:

JUSTIÇA FEDERAL Fls 1363

4. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT. US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.19.35	CANAL DE FUGA				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.35.12	Escavação	m3			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.35.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.35.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.35.12.12	Subterrânea em rocha	m³			0,00	0,00
.12.19.35.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl			0,00	0,00
.12.19.35.14	Concreto	m³			0,00	0,00
.12.19.35.14.13	Cimento	t		165,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.14	Concreto sem cimento	m³		85,00	0,00	0,00
.12.19.35.14.15	Armadura	t		1.420,00	0,00	0,00

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data:	25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:	
	Item: TÚNEIS FORÇADOS	Verificação:	

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

L_{h1} =		m	(Comprimento da projeção horizontal do trecho 1)
L_{h2} =		m	(Comprimento da projeção horizontal do trecho 2)
L_{h3} =		m	(Comprimento da projeção horizontal do trecho 3)
L_{hb} =		m	(Comprimento da projeção horizontal da parte blindada do túnel forçado)
L_{ad} =		m	(Comprimento do túnel de adução)
P_1 =		MW	(Potência de uma unidade geradora)
k =			(Coeficiente para o cálculo da vazão turbinada; deixe em branco ou digite zero se desejar adotar o valor calculado adiante)
f_p =			(Fator de potência)
Tipo =			(Tipo de turbina adotada: 1 - Francis; 2 - Pelton; 3 - Kaplan)
N_g =		unidades	(Número de unidades geradoras)
N_f =		unidades	(Número de unidades geradoras por túnel forçado)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
NA_{min} =			(Nível de água mínimo do reservatório)
El_{ten} =			(Cota mais baixa do terreno na área da tomada de água)
e_{te} =		m	(Espessura média de terra na área da tomada de água)
NA_{fu} =			(Nível de água normal do canal de fuga)
El_d =			(Cota da linha de centro do distribuidor da turbina)
H_1 =		m	(Queda líquida máxima)
h_c =		m	(Perda de carga no canal de adução, quando for o caso)
A =		m	(Diâmetro da entrada da caixa espiral)
Válvula 1:			(Necessidade de válvula no início do conduto: 1 - borboleta; 2 - esférica; 3 - NÃO ===> #VALOR! #VALOR!
Válvula 2:			(Necessidade de válvula no fim do conduto: 1 - borboleta; 2 - esférica; 3 - NÃO ===> #VALOR! #VALOR!

Dados para quantificação:

H =		m	(Carga hidrostática média do túnel)
Condição:			(Condições geológicas: 1 - boas; 2 - médias; 3 - incertas)
V_{tf} =		m^3	(Volume de escavação comum a montante da casa de força externa, se for o caso)
V_{rf} =		m^3	(Volume de escavação em rocha a montante da casa de força externa, se for o caso)

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

O dimensionamento dos túneis forçados é feito procurando-se o diâmetro ótimo econômico respeitando as restrições de:

▹ **VELOCIDADE LIMITE DE 8,0 m/s**
#VALOR!

▹ **SOBREPRESSÃO LIMITE DE 30% DA QUEDA BRUTA**
#VALOR!

▹ **PERDAS DE CARGA**
#VALOR!

▹ **COMPRIMENTO MÍNIMO DE CONCORDÂNCIA** ===> $L_{h1} \geq 4 \cdot D_b \cdot tg\frac{\alpha_2}{2}$
#VALOR!

▹ **APLICAÇÃO DAS VÁLVULAS**

Válvula borboleta:

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_B > 8{,}0m$ $\Rightarrow$ fora do campo de aplicação

Se $3{,}0 \leq D_B \leq 8{,}0m$ $\Rightarrow$ $H_x \leq 200m$

Se $D_B < 3{,}0m$ $\Rightarrow$ $H_x \leq 300m$

Assim: Início do conduto forçado:

Com: $D_B = D_b =$ #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do conduto forçado:

Com: $D_B = A =$ 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_3 + h_{sx} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Válvula esférica:

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_E > 4{,}0m$ $\Rightarrow$ fora do campo de aplicação

Se $2{,}0 \leq D_E \leq 4{,}0m$ $\Rightarrow$ $200 \leq H_x \leq [-650 \cdot D_E + 2800]$ m

Se $D_E < 2{,}0m$ $\Rightarrow$ $200 \leq H_x \leq 1500m$

Assim: Início do conduto forçado:

Com: $D_E = D_b =$ #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do conduto forçado:

Com: $D_E = A =$ 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_3 + h_{sx} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E **SEM** CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

3. DIMENSIONAMENTO

Número de túneis forçados:

$N_t = \frac{N_g}{N_f} =$ #DIV/0! unidades

Diâmetro interno do túnel forçado na parte blindada:

$D_b = 14{,}2 \cdot \frac{(N_f \cdot P_1)^{0,43}}{H_{b1}^{0,65}} =$ #DIV/0! m

sendo:

$H_{b1} = NA_{max} - NA_{fu} =$ 0,00 m (Queda bruta máxima)

Diâmetro interno na parte não blindada:

$D_c = 1{,}1 \cdot D_b =$ #DIV/0! m

Vazão turbinada máxima de cada turbina:

$Q_1 = \frac{10^6 \times P_1}{k \times H_1} =$ **#VALOR!** **m³/s**

Definição do coeficiente k :

$k = \rho \cdot g \cdot \eta_{t1} \cdot \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

$P_2 = \frac{P_1}{f_p} =$ #DIV/0!

Para turbinas Francis:

Cálculos iniciais: $\eta'_{t1} =$ 0,95 (Rendimento da turbina inicial)

$\eta_{g1} = 0{,}92 \cdot P_2^{0,01} =$ #DIV/0!

$k' = \rho \cdot g \cdot \eta'_{t1} \cdot \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

$Q'_1 = \frac{10^6 \cdot P_1}{k' \cdot H_1} =$ #DIV/0! m³/s (Vazão inicial para cálculo de h_{t1})

Assim: $\eta_{t1} = 0{,}856 \cdot Q_1'^{0,013} =$ #DIV/0!

Desta forma, com $\eta_{g1} =$ #DIV/0! e $\eta_{t1} =$ #DIV/0! , tem-se para o coeficiente k:

k = #DIV/0! (Para o caso de se adotar turbinas Francis)

Para turbinas Pelton e Kaplan:

$\eta_{t1} =$ 0,96

$\eta_{g1} =$ 0,98

Assim, tem-se:

k = 9.229,25 (Para o caso de se adotar turbinas Pelton ou Kaplan)

Para este aproveitamento: ERRO! Opção inválida!

k = ERRO! Opção inválida!

Vazão turbinada máxima total:

$Q_t = N_g \cdot Q_1 =$ **#VALOR!** **m³/s**

Vazão máxima de cada túnel forçado:

$Q_{tf} = N_f \cdot Q_1 =$ **#VALOR!** **m³/s**

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Velocidade média do escoamento na parte blindada:

$v_b = \frac{4 \cdot Q_{1f}}{\pi \cdot D_b^2} =$ #VALOR! m/s (≤ 7 m/s)

#VALOR!

$v_b =$ #VALOR! m/s $D_b =$ #VALOR! m $D_c =$ #VALOR! m

Velocidade média do escoamento na parte não blindada:

$v_c = \frac{4 \cdot Q_{1f}}{\pi \cdot D_c^2} =$ #VALOR! m/s

Diâmetro interno do túnel forçado após bifurcação:

$D_{tb} = \frac{D_b}{N_f^{3/8}} =$ #DIV/0! m

Área da seção transversal:

$A_b = \frac{\pi}{4} \times D_b^2 =$ #VALOR! m² (Parte blindada)

$A_c = \frac{\pi}{4} \times D_c^2 =$ #VALOR! m² (Parte não blindada)

▹ PERFIL DO TÚNEL

Comprimento da projeção horizontal:

$L_{ht} = L_{h1} + L_{h2} + L_{h3} =$ **0,00 m**

Se $L_{ht} - L_{hb} < 3{,}5 \cdot D_b$: $L_{hb} = L_{ht}$

#VALOR!

$L_{hb} =$ **#VALOR! m** ===> $L_{ht} - L_{hb} =$ **#VALOR! m**

Cotas dos pontos 0 a 3:

$El_0 = El_1 = El_{sol} - 0{,}005 \times L_{ad} + \frac{D_{ab}}{2} =$ #VALOR!

$El_2 = El_3 = El_d =$ **0,00**

sendo:

$El_{sol} = 0{,}5 \times int\left(\frac{NA_{min} - h_{sn} - H_{cp}}{0{,}5}\right) =$ #VALOR! (Cota da soleira da tomada de água)

onde:

$El_{sol} \leq 0{,}5 \times int\left(\frac{El_{len} - e_{la}}{0{,}5}\right) + 1{,}0$ então, $El_{sol} =$ #VALOR!

$h_{sn} = 0{,}8 \cdot v_{cp} \cdot \sqrt{H_{cp}} =$ #VALOR! m (Submergência mínima da tomada de água)

$B_{cp} = D_{ab} =$ #VALOR! m (Largura da comporta da tomada de água)

$H_{cp} = D_{ab} =$ #VALOR! m (Altura da comporta da tomada de água)

para aproveitamentos sem tunel de adução: $v_{cp} = \frac{Q_{1f}}{B_{cp} \cdot H_{cp}}$; e tunel forçado: totalmente blindado: $D_{ab} = D_b$; parcialmente blindado: $D_{ab} = D_c$

Assim: $v_{cp} =$ #VALOR! m/s (Velocidade do escoamento na comporta da tomada de água)

$D_{ab} =$ #VALOR! m (Diâmetro interno no início do túnel forçado)

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Inclinação do trecho 2 em relação à horizontal:

$\alpha_2 = a\tan\frac{El_1 - El_2}{L_{h2}} =$ #VALOR! °

Comprimento do trecho 2:

$L_2 = \frac{L_{h2}}{\cos\alpha_2} =$ #VALOR! m

Comprimento total do túnel:

$L_t = L_{h1} + L_2 + L_{h3} =$ #VALOR! m

Comprimento da parte blindada:

caso a - quando a blindagem inicia no trecho 1:

$L_{b1} = L_{hb} - L_{h2} - L_{h3}$
$L_b = L_{b1} + L_2 + L_{h3}$
$L_c = L_t - L_b$

caso b - quando a blindagem inicia no trecho 2:

$L_{b2} = \frac{L_{hb} - L_{h3}}{\cos\alpha_2}$
$L_b = L_{b2} + L_{h3}$
$L_c = L_t - L_b$

caso c - quando a blindagem inicia no trecho 3:

$L_b = L_{hb}$
$L_c = L_t - L_b$

Neste aproveitamento #VALOR!

$L_{b1} =$ #VALOR! m
$L_{b2} =$ #VALOR! m
$L_b =$ #VALOR! m
$L_c =$ #VALOR! m (Comprimento da parte não blindada)

▹ SOBREPRESSÃO

Sobrepressão máxima:

$h_{sx} = \frac{2 \cdot (L_b \cdot v_b + L_c \cdot v_c)}{g \cdot T_c} =$ #VALOR! m ($\leq 0{,}30 \cdot H_{b1}$)

sendo:

$T_c =$ #VALOR! s (Tempo de fechamento da válvula ou distribuidor)

T_c	Para	
6 s	para túneis curtos	$L_t \leq 3 \cdot H_{b1}$
10 s	para túneis longos	$L_t > 3 \cdot H_{b1}$

#VALOR!

$h_{sx} =$ **#VALOR! m** $D_b =$ **#VALOR! m** $v_b =$ **#VALOR! m/s**

#VALOR!

$D_c =$	#VALOR!	m	$v_c =$	#VALOR!	m/s
$D_{1b} =$	#VALOR!	m	$D_{ab} =$	#VALOR!	m
$B_{cp} =$	#VALOR!	m	$H_{cp} =$	#VALOR!	m
$v_{cp} =$	#VALOR!	m/s	$h_s =$	#VALOR!	m
$El_{sol} =$	#VALOR!		$El_0 = El_1 =$	#VALOR!	
$\alpha_2 =$	#VALOR!	°	$L_2 =$	#VALOR!	m
$L_t =$	#VALOR!	m	$L_{b2} =$	#VALOR!	m
$L_b =$	#VALOR!	m	$L_c =$	#VALOR!	m

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Declividade da Linha de Energia:

$i_s = \frac{h_s}{L_{ht}} =$ #VALOR!

▹ PERDA DE CARGA

Perda de carga total:

$h_p = h_e + h_{pa} + h_o + h_b + h_r + h_v + h_f$

Perda de carga na entrada (para este aproveitamento, sem túnel de adução):

$h_e = 0{,}20 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$ ou $h_e = 0{,}20 \cdot \frac{v_c^2}{2 \cdot g}$

#VALOR!

$h_e =$ #VALOR! m

Perda de carga nas curvas:

$h_o = \sum k_{oi} \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$ ou $h_o = \sum k_{oi} \cdot \frac{v_c^2}{2 \cdot g}$

sendo:

$k_{oi} = 1{,}323 \cdot \frac{\delta_i}{90°}$

com:

$\delta_i = abs(\alpha_{i-1} - \alpha_i)$ (Ângulo de deflexão vertical)

Curva 1:	$\delta_1 =$	#VALOR! °	e	$k_{o1} =$	#VALOR!
Curva 2:	$\delta_2 =$	#VALOR! °	e	$k_{o2} =$	#VALOR!

#VALOR! $h_{o1} =$ #VALOR! m

#VALOR! $h_{o2} =$ #VALOR! m

Assim: $h_o =$ #VALOR! m

Perda de carga nas válvulas:

Para válvula borboleta no início do conduto forçado:

$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$

Para válvula borboleta no fim do conduto forçado:

$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g}$

sendo:

$v_a = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_t}{A^2} =$ #VALOR! m/s (Velocidade na entrada do caracol)

Para válvula esférica no início do conduto forçado:

$h_v = 0{,}03 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$

Para válvula esférica no início do conduto forçado:

$h_v = 0{,}03 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g}$

Opção inválida! $h_v =$ ERRO! Opção ir

Opção inválida! $h_v =$ ERRO! Opção ir

E para a perda total nas válvulas, tem-se: $h_v =$ #VALOR! m

Perda de carga na redução de diâmetro:

$h_r = 0{,}10 \cdot \frac{(v_a - v_b)^2}{2 \cdot g}$ ou $h_r = 0{,}10 \cdot \frac{(v_b - v_c)^2}{2 \cdot g}$

#VALOR! $h_{r1} =$ #VALOR! m

#VALOR! $h_{r2} =$ #VALOR! m

Assim: $h_r =$ #VALOR! m

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Perda de carga contínua:

$h_f = 6{,}35 \times L_t \times \frac{n^2 \times v_b^2}{D_b^{4/3}} =$ #VALOR! m

sendo: $n =$ 0,01 (Coeficiente de Manning para aço.)

Somando-se as perdas, tem-se para a perda de carga total nos condutos:

$h_p =$ #VALOR! m que corresponde a #VALOR! da Queda bruta.

▹ Revestimento

Espessura do revestimento de concreto:

Parte em concreto: $e_{cc} = k_g \cdot [0{,}091 \cdot D_c^{0,62} + 0{,}0034 \cdot (H - 30)] =$ #VALOR! m

Parte blindada: $e_c = 0{,}091 \times D_b^{0,62} =$ #VALOR! m

onde:

condições	k_g
1 - boas	1,00
2 - médias	1,40
3 - incertas	2,00

===> Para este aproveitamento: $k_g =$ Opção inválida!

4. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume definido a partir do projeto: $V_{tf} =$ 0 m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Volume definido a partir do projeto: $V_{rtf} =$ 0 m³

▹ ESCAVAÇÃO SUBTERRÂNEA EM ROCHA

▹ Volume de escavação subterrânea em rocha nos túneis forçados:

$V_{stf} = V_{st} + V_{sb} + V_{se} =$ #DIV/0! m³

sendo:

Volume de escavação nos túneis forçados

$V_{st} = N_t \times \frac{\pi}{4} \times \left[(D_c + 2 \times e_{cc})^2 \times L_c + (D_b + 2 \times e_c)^2 \times L_b\right] =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação na casa de válvula borboleta

$V_{sb} = N_t \cdot 12 \cdot (D_b + 2 \cdot e_c)^3 =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação na casa de válvula esférica

$V_{se} = N_t \cdot 12 \cdot (A + 2 \cdot e_{ca})^3 =$ #DIV/0! m³

com:

$e_{ca} = 0{,}091 \cdot A^{0,62} =$ 0,00 m (espessura do revestimento de concreto na entrada da caixa espiral)

Custo unitário de escavação subterrânea em rocha:

$\$_s = 299{,}64 \cdot A_c^{-0,4629} =$ #VALOR! US\$/m³ (Calculado para a parte não blindada, valendo para todo o túnel)

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

b) LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

▹ Área de Limpeza de Fundação:

$A_{lf} = N_t \cdot \pi \cdot \left[(D_c + 2 \cdot e_{cc}) \cdot L_c + (D_b + 2 \cdot e_c) \cdot L_b\right] =$ #DIV/0! m²

▹ Comprimento das injeções de contato e consolidação

$L_{tf} = N_t \cdot 1{,}0 \cdot \pi \cdot \left[(D_c + 2 \cdot e_{cc}) \cdot L_c + (D_b + 2 \cdot e_c) \cdot L_b\right] =$ #DIV/0! m

▹ Custo Total de Limpeza e Tratamento de Fundação

C_{lf} =	11,20 US\$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
C_{tf} =	70,00 US\$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
C_{ic} =	30,00 US\$/m	(Custo unitário de injeção de cimento)

$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{ic} \cdot L_{tf} =$ #DIV/0! US$

c) CONCRETO

▹ Volume de concreto dos túneis forçados:

$V_{ctf} = V_{cr} + V_{ct} + V_{cf} + V_{cb} + V_{ce} =$ #DIV/0! m³

sendo:

Volume de concreto do revestimento

$V_{cr} = N_t \cdot \pi \cdot \left[(D_c + e_{cc}) \cdot e_{cc} \cdot L_c + (D_b + e_c) \cdot e_c \cdot L_b\right] =$ #DIV/0! m³

Volume de concreto adicional nas bifurcações

$V_{cf} = \pi \cdot (D_b + 3 \cdot e_c) \cdot e_c \cdot 5 \cdot D_b =$ #VALOR! m³

Volume de concreto das casas de válvula no início do conduto

$V_{cb} = N_t \times 12 \cdot D_b^3 =$ FALSO m³

Volume de concreto das casas de válvula no fim do conduto

$V_{ce} = N_t \cdot 12 \cdot A^3 =$ FALSO m³

Volume de concreto da transição da seção quadrada para circular

para $L_c > 0$:

$$V_{ct} = N_t \times \frac{\pi}{2} \times \left[(D_c + 3)^2 - (D_c + 2 \times e_{cc})^2\right] \times D_c$$

para $L_c = 0$:

$$V_{ct} = N_t \times \frac{\pi}{2} \times \left[(D_b + 3)^2 - (D_b + 2 \times e_c)^2\right] \times D_b$$

#VALOR!

V_{ct} = #VALOR! m³

com:

$e_{cc} = k_g \cdot \left[0{,}091 \cdot D_c^{0,62} + 0{,}0034 \cdot (H - 30)\right] =$ #VALOR! m

$e_c = 0{,}091 \times D_b^{0,62} =$ #VALOR! m

onde:

condições	k_g
1 - boas	1,00
2 - médias	1,40
3 - incertas	2,00

===> Para este aproveitamento: k_g = Opção inválida!

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento kg/m³	Armadura kg/m³
Transição e revestimentos	250	50
Bifurcações e casas de válvula	250	80

Totais:

	Cimento t	Armadura t	CSC Volume (m³)	CSC C. unitário (US$/m³)	CSC C. total (US$)
Transição e revestimentos	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	51,00	#DIV/0!
Bifurcações e casas de válvula	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	51,00	#VALOR!
TOTAL:	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-	#DIV/0!

Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

d) REVESTIMENTO METÁLICO

▹ Espessura mínima construtiva (não deve ser inferior a 0,635 cm):

$$e_{min} = \frac{D_b}{4} + 0,127 =$$ #VALOR! cm ===> #VALOR!

▹ Pressão de serviço (para este aproveitamento, sem chaminé de equilíbrio):

Ponto 0: $$p_{s0} = \frac{0,1 \cdot (NA_{max} - El_0)}{2}$$

Ponto 1: $$p_{s1} = \frac{0,1 \cdot (NA_{max} + i_s \cdot L_{h1} - El_1)}{2}$$

Ponto 2: $$p_{s2} = \frac{0,1 \cdot [NA_{max} + i_s \cdot (L_{h1} + L_{h2}) - El_2]}{2}$$

Ponto 3: $$p_{s3} = \frac{0,1 \cdot (NA_{max} + h_{sx} - El_3)}{2}$$

Assim:

p_{s0} = **#VALOR! kgf/cm²**
p_{s1} = **#VALOR! kgf/cm²**
p_{s2} = **#VALOR! kgf/cm²**
p_{s3} = **#VALOR! kgf/cm²**

▹ Espessura requerida:

$$e_i = \frac{100 \cdot p_{si} \cdot D_b}{2 \cdot \tau_a} + 0,3$$

sendo: τ_a = 1.200,00 kgf/cm² (Tensão admissível do aço.)

Assim:

Ponto B:	e_B =	**#VALOR!**	cm	#VALOR!
Ponto 0:	e_0 =	**#VALOR!**	cm	#VALOR!
Ponto 1:	e_1 =	**#VALOR!**	cm	#VALOR!
Ponto 2:	e_2 =	**#VALOR!**	cm	#VALOR!
Ponto 3:	e_3 =	**#VALOR!**	cm	#VALOR!

▹ Pressão de serviço suportada pela chapa de espessura mínima:

$$p_{sn} = 2 \cdot \tau_a \cdot \frac{e_{min} - 0,3}{100 \cdot D_b} =$$ **#VALOR! kgf/cm²**

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

▹ Pressão de serviço no ponto B, início da parte blindada:

$$p_{sB} = \frac{0{,}1 \cdot (NA_{max} + i_s \cdot L_c - El_b)}{2} =$$ **#VALOR! kgf/cm²**

▹ Peso das chapas metálicas:

$$k = \frac{7{,}842 \times \pi \times D_b}{100} =$$ #VALOR! (Coeficiente)

caso a - quando a blindagem inicia no trecho 1:

caso a1: se $p_{sB} \geq p_{sn}$:

$$P_{b1} = k \times \frac{e_B + e_1}{2} \times L_{b1}$$

$$P_{b2} = k \cdot \frac{e_1 + e_2}{2} \cdot L_2$$

$$P_{b3} = k \cdot \frac{e_2 + e_3}{2} \cdot L_{b3}$$

caso a2: se $p_{s1} \geq p_{sn} > p_{sB}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{sB}}{0{,}1 \cdot i_s}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b1} = k \cdot e_{min} \cdot L_{min} + k \cdot \frac{e_{min} + e_1}{2} \cdot (L_{b1} - L_{min})$$

P_{b2}, P_{b3} iguais aos do caso a1.

$e_B = e_{min}$

caso a3: se $p_{s2} \geq p_{sn} > p_{s1}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s1}}{0{,}1 \cdot \left(\frac{i_s}{2} + tg\alpha_2\right) \cdot \cos\alpha_2}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b1} = k \times e_{min} \cdot L_{b1}$$

$$P_{b2} = k \times e_{min} \times L_{min} + k \times \frac{e_{min} + e_2}{2} \times (L_2 - L_{min})$$

P_{b3} igual ao do caso a1.

$e_B = e_1 = e_{min}$

caso a4: se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{s2}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{s2}}{0{,}1 \cdot i_s}$$ #VALOR! #VALOR!

P_{b1} igual ao do caso a3.

$$P_{b2} = k \cdot e_{min} \cdot L_2$$

$$P_{b3} = k \times e_{min} \times L_{min} + k \times \frac{e_{min} + e_3}{2} \times (L_{b3} - L_{min})$$

$e_B = e_1 = e_2 = e_{min}$

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

caso a5: se $p_{sn} > p_{s3}$:

P_{b1}, P_{b2} iguais ao do caso a4.

$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_{h3}$

$e_B = e_1 = e_2 = e_3 = e_{min}$

caso b - quando a blindagem inicia no trecho 2:

caso b1: se $p_{sB} \geq p_{sn}$:

$P_{b1} = 0$

$P_{b2} = k \times \frac{e_B + e_2}{2} \times L_{b2}$

$P_{b3} = k \cdot \frac{e_2 + e_3}{2} \cdot L_{h3}$

caso b2: se $p_{s2} \geq p_{sn} > p_{sB}$:

$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{sB}}{0{,}1 \cdot \left(\frac{i_s}{2} + \tan\alpha_2\right) \cdot \cos\alpha_2}$ #VALOR! #VALOR!

$P_{b1} = 0$

$P_{b2} = k \cdot e_{min} \cdot L_{min} + k \cdot \frac{e_{min} + e_2}{2} \cdot (L_2 - L_{min})$

P_{b3} igual ao do caso b1.

$e_B = e_{min}$

caso b3: se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{s2}$:

$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{s2}}{0{,}1 \cdot i_s}$ #VALOR! #VALOR!

$P_{b1} = 0$

$P_{b2} = k \cdot e_{min} \cdot L_{b2}$ #VALOR!

$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_{min} + k \cdot \frac{e_{min} + e_3}{2} \cdot (L_{h3} - L_{min})$

$e_B = e_2 = e_{min}$

caso b4: se $p_{sn} > p_{s3}$:

$P_{b1} = 0$

P_{b2} igual ao do caso b3.

$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_{h3}$

$e_B = e_2 = e_3 = e_{min}$

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

caso c - quando a blindagem inicia no trecho 3:

caso c1: se $p_{sB} \geq p_{sn}$:

$$P_{b1} = P_{b2} = 0$$

$$P_{b3} = k \times \frac{e_B + e_3}{2} \times L_b$$

caso c2: se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{sB}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{sB}}{0{,}1 \cdot i_s}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b1} = P_{b2} = 0$$

$$P_{b3} = k \times e_{min} \times L_{min} + k \times \frac{e_{min} + e_3}{2} \times (L_b - L_{min})$$

$$e_B = e_{min}$$

caso c3: se $p_{sn} > p_{s3}$:

$$P_{b1} = P_{b2} = 0$$

$$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_b$$

$$e_B = e_3 = e_{min}$$

PESO TOTAL DO REVESTIMENTO METÁLICO

$P_b = 1{,}10 \cdot N \cdot (P_{b1} + P_{b2} + P_{b3}) =$ **#VALOR! t**

Sendo:

CASO a :	P_{b1} =	#VALOR!	#VALOR!
	P_{b2} =	#VALOR!	#VALOR!
	P_{b3} =	#VALOR!	#VALOR!
CASO b :	P_{b1} =	0	#VALOR!
	P_{b2} =	#VALOR!	#VALOR!
	P_{b3} =	#VALOR!	#VALOR!
CASO c :	P_{b1} =	0	#VALOR!
	P_{b2} =	0	#VALOR!
	P_{b3} =	#VALOR!	#VALOR!

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

e) VÁLVULAS

▹ VÁLVULA BORBOLETA

Equação da família de curvas:

$\$ = H_x^{0,35} \cdot K_B$ (Custo de uma válvula, em US$)

sendo:

para $D_B \le 2{,}0$ m: $K_B = 1000 \times (9{,}6 \times D_B^2 + 8{,}6 \times D_B - 1{,}85)$

para $D_B > 2{,}0$ m: $K_B = 1000 \cdot (10{,}2 \cdot D_B^2 + 9{,}2 \cdot D_B - 1{,}97)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR!	m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR!	m)

Assim, para este aproveitamento, ERRO! Opção inválida!

$ = ERRO! Opção ERRO! Opção inválida!

Custo total de válvulas no início dos túneis: $\$ = C_{vi} \cdot N_t =$ #VALOR! US$

▹ VÁLVULA ESFÉRICA

Equação da família de curvas:

$\$ = H_x^{0,4} \times K_E$

sendo:

$K_E = 1000 \times (24{,}4 \times D_E^2 + 4{,}4 \times D_E + 12{,}37)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR!	m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR!	m)

Assim, para este aproveitamento, ERRO! Opção inválida!

$ = 0 ERRO! Opção inválida!

Custo total de válvulas no fim dos túneis: $\$ = C_{vf} \cdot N_g =$ 0 US$

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: TÚNEIS FORÇADOS	Verificação:

SEM TÚNEL DE ADUÇÃO E SEM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

5. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10³ US$	CUSTO 10³ R$
.12.19.34	TÚNEL E/OU CONDUTOS FORÇADOS				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12.10	Comum	m³	0	3,40	0	0
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	0	11,00	0	0
.12.19.34.12.12	Subterrânea em rocha	m³	#DIV/0!	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.23	Equipamento	gl			#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.23	Revestimento metálico	t	#VALOR!	2.560,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.24	Válvula	gl	1	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.17	Outros custos	gl			0	0

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: TÚNEIS FORÇADOS	Verificação:

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

1. DADOS BÁSICOS

Dados para o dimensionamento:

L_{h1} =		m	(Comprimento da projeção horizontal do trecho 1)
L_{h2} =		m	(Comprimento da projeção horizontal do trecho 2)
L_{h3} =		m	(Comprimento da projeção horizontal do trecho 3)
L_{hb} =		m	(Comprimento da projeção horizontal da parte blindada do túnel forçado)
L_{ad} =		m	(Comprimento do túnel de adução)
P_1 =		MW	(Potência de uma unidade geradora)
k =			(Coeficiente para o cálculo da vazão turbinada; deixe em branco ou digite zero se desejar adotar o valor calculado adiante)
f_p =			(Fator de potência)
Tipo =			(Tipo de turbina adotada: 1 - Francis; 2 - Pelton; 3 - Kaplan)
N_g =		unidades	(Número de unidades geradoras)
N_t =		unidades	(Número de unidades geradoras por túnel forçado)
NA_{max} =			(Nível de água máximo normal do reservatório)
NA_{min} =			(Nível de água mínimo do reservatório)
El_{ten} =			(Cota mais baixa do terreno na área da tomada de água)
e_{te} =		m	(Espessura média de terra na área da tomada de água)
NA_{fu} =			(Nível de água normal do canal de fuga)
El_d =			(Cota da linha de centro do distribuidor da turbina)
H_1 =		m	(Queda líquida máxima)
h_{pa} =		m	(Perda de carga no túnel de adução, quando for o caso)
A =		m	(Diâmetro da entrada da caixa espiral)
D_{ad} =		m	(Diâmetro interno do túnel de adução)
Válvula 1:			(Necessidade de válvula no início do túnel: 1 - borboleta; 2 - esférica; 3 - NÃO ===> #VALOR! #VALOR!
Válvula 2:			(Necessidade de válvula no fim do túnel: 1 - borboleta; 2 - esférica; 3 - NÃO ===> #VALOR! #VALOR!

Dados para quantificação:

H =		m	(Carga hidrostática média do túnel)
Condição:			(Condições geológicas: 1 - boas; 2 - médias; 3 - incertas)
NA_{xch} =			(Nível de água máximo na chaminé de equilíbrio)
V_{tf} =		m^3	(Volume de escavação comum a montante da casa de força externa, se for o caso)
V_{rtf} =		m^3	(Volume de escavação em rocha a montante da casa de força externa, se for o caso)

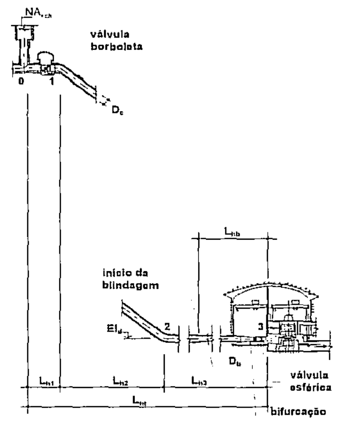


Fig. 5.8.6.10 Perfil do túnel forçado.

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

2. MENSAGENS DE VERIFICAÇÃO DO CÁLCULO

O dimensionamento dos túneis forçados é feito procurando-se o diâmetro ótimo econômico respeitando as restrições de:

▹ **VELOCIDADE LIMITE DE 8,0 m/s**
#VALOR!

▹ **SOBREPRESSÃO LIMITE DE 30% DA QUEDA BRUTA**
#VALOR!

▹ **PERDAS DE CARGA**
#VALOR!

▹ **COMPRIMENTO MÍNIMO DE CONCORDÂNCIA** ===> $L_{h1} \geq 4 \cdot D_b \cdot tg\frac{\alpha_2}{2}$
#VALOR!

▹ **APLICAÇÃO DAS VÁLVULAS**

Válvula borboleta:

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_B > 8,0m \Rightarrow$ fora do campo de aplicação

Se $3,0 \leq D_B \leq 8,0m \Rightarrow H_x \leq 200m$

Se $D_B < 3,0m \Rightarrow H_x \leq 300m$

Assim:

Início do túnel forçado:

Com: $D_B = D_b =$ #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do túnel forçado:

Com: $D_B = A =$ 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_3 + h_{sx} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Válvula esférica:

Devem ser observadas as seguintes condições de aplicação:

Se $D_E > 4,0m \Rightarrow$ fora do campo de aplicação

Se $2,0 \leq D_E \leq 4,0m \Rightarrow 200 \leq H_x \leq [-650 \cdot D_E + 2800]$ m

Se $D_E < 2,0m \Rightarrow 200 \leq H_x \leq 1500m$

Assim:

Início do túnel forçado:

Com: $D_E = D_b =$ #VALOR! m e $H_x = NA_{max} - El_0 - \frac{D_b}{2} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

Fim do túnel forçado:

Com: $D_E = A =$ 0,00 m e $H_x = NA_{max} - El_3 + h_{sx} =$ #VALOR! m

tem-se: **#VALOR!** #VALOR! (Auxiliar)

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

3. DIMENSIONAMENTO

Número de túneis forçados:

$N_t = \frac{N_g}{N_f} =$ #DIV/0! unidades

Diâmetro interno do túnel forçado na parte blindada:

$D_b = 14{,}2 \cdot \frac{(N_f \cdot P_1)^{0,43}}{H_{b1}^{0,65}} =$ #DIV/0! m

sendo:

$H_{b1} = NA_{max} - NA_{fu} =$ 0,00 m (Queda bruta máxima)

Diâmetro interno na parte não blindada:

$D_c = 1{,}1 \cdot D_b =$ #DIV/0! m

Engolimento máximo de cada turbina:

$Q_1 = \frac{10^6 \times P_1}{k \times H_1} =$ **#VALOR!** m³/s

Definição do coeficiente k :

$k = \rho \cdot g \cdot \eta_{t1} \cdot \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

$P_2 = \frac{P_1}{f_p} =$ #DIV/0!

Para turbinas Francis:

Cálculos iniciais: $\eta'_{t1} =$ 0,95 (Rendimento da turbina inicial)

$\eta_{g1} = 0{,}92 \cdot P_2^{0,01} =$ #DIV/0!

$k' = \rho \cdot g \cdot \eta'_{t1} \cdot \eta_{g1} =$ #DIV/0! (Coeficiente inicial)

$Q'_1 = \frac{10^6 \cdot P_1}{k' \cdot H_1} =$ #DIV/0! m³/s (Vazão inicial para cálculo de h_{t1})

Assim: $\eta_{t1} = 0{,}856 \cdot Q_1'^{0,013} =$ #DIV/0!

Desta forma, com $\eta_{g1} =$ #DIV/0! e $\eta_{t1} =$ #DIV/0! , tem-se para o coeficiente k:

k = #DIV/0! (Para o caso de se adotar turbinas Francis)

Para turbinas Pelton e Kaplan:

$\eta_{t1} =$ 0,96

$\eta_{g1} =$ 0,98

Assim, tem-se:

k = 9.229,25 (Para o caso de se adotar turbinas Pelton ou Kaplan)

Para este aproveitamento: ERRO! Opção inválida!

k = ERRO! Opção inválida!

Engolimento máximo total:

$Q_t = N_g \cdot Q_1 =$ **#VALOR!** m³/s

Engolimento máximo de cada túnel forçado:

$Q_{tf} = N_f \cdot Q_1 =$ **#VALOR!** m³/s

Velocidade média do escoamento na parte blindada:

$v_b = \frac{4 \cdot Q_{tf}}{\pi \cdot D_b^2} =$ #VALOR! m/s (≤ 7 m/s)

#VALOR!

$v_b =$ #VALOR! m/s $D_b =$ #VALOR! m $D_c =$ #VALOR! m

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Velocidade média do escoamento na parte não blindada:

$v_c = \frac{4 \cdot Q_{1f}}{\pi \cdot D_c^2} =$ #VALOR! m/s

Diâmetro interno do túnel forçado após bifurcação:

$D_{1b} = \frac{D_b}{N_f^{3/8}} =$ #DIV/0! m

Área da seção transversal:

$A_b = \frac{\pi}{4} \times D_b^2 =$ #VALOR! m² (Parte blindada)

$A_c = \frac{\pi}{4} \times D_c^2 =$ #VALOR! m² (Parte não blindada)

▷ PERFIL DO TÚNEL

Comprimento da projeção horizontal:

$L_{ht} = L_{h1} + L_{h2} + L_{h3} =$ **0,00 m**

Se $L_{ht} - L_{hb} < 3{,}5 \cdot D_b$: $L_{hb} = L_{ht}$

#VALOR!

$L_{hb} =$ **#VALOR! m** $L_{ht} - L_{hb} =$ **#VALOR! m**

Cotas dos pontos 0 a 3:

$El_0 = El_1 = El_{sol} - 0{,}005 \times L_{ad} + \frac{D_{ab}}{2} =$ #VALOR!

$El_2 = El_3 = El_d =$ **0,00**

sendo:

$El_{sol} = 0{,}5 \times \text{int}\left(\frac{NA_{min} - h_{sn} - H_{cp}}{0{,}5}\right) =$ #VALOR! (Cota da soleira da tomada de água)

onde:

$El_{sol} \le 0{,}5 \times \text{int}\left(\frac{El_{lon} - e_{la}}{0{,}5}\right) + 1{,}0$ então, $El_{sol} =$ #VALOR!

$h_{sn} = 0{,}8 \cdot v_{cp} \cdot \sqrt{H_{cp}} =$ #VALOR! m (Submergência mínima da tomada de água)

$B_{cp} = D_{ab} =$ 0,00 m (Largura da comporta da tomada de água)

$H_{cp} = D_{ab} =$ 0,00 m (Altura da comporta da tomada de água)

$v_{cp} = \frac{Q_t}{B_{cp} \cdot H_{cp}} =$ #VALOR! m/s (Velocidade do escoamento na comporta da tomada de água)

$D_{ab} = D_{ad} =$ 0,00 m (Diâmetro interno no início do túnel forçado)

Inclinação do trecho 2 em relação à horizontal:

$\alpha_2 = a\tan\frac{El_1 - El_2}{L_{h2}} =$ #VALOR! °

Comprimento do trecho 2:

$L_2 = \frac{L_{h2}}{\cos\alpha_2} =$ #VALOR! m

Comprimento total do túnel:

$L_t = L_{h1} + L_2 + L_{h3} =$ #VALOR! m

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Comprimento da parte blindada:

caso a - quando a blindagem inicia no trecho 1:

$$L_{b1} = L_{hb} - L_{h2} - L_{h3}$$
$$L_b = L_{b1} + L_2 + L_{h3}$$
$$L_c = L_t - L_b$$

caso b - quando a blindagem inicia no trecho 2:

$$L_{b2} = \frac{L_{hb} - L_{h3}}{\cos\alpha_2}$$
$$L_b = L_{b2} + L_{h3}$$
$$L_c = L_t - L_b$$

caso c - quando a blindagem inicia no trecho 3:

$$L_b = L_{hb}$$
$$L_c = L_t - L_b$$

Neste aproveitamento #VALOR!

L_{b1} = #VALOR! m
L_{b2} = #VALOR! m
L_b = #VALOR! m
L_c = #VALOR! m (Comprimento da parte não blindada)

▹ SOBREPRESSÃO

Sobrepressão máxima:

$$h_{sx} = \frac{2 \cdot (L_b \cdot v_b + L_c \cdot v_c)}{g \cdot T_c} =$$ #VALOR! m $(\leq 0{,}30 \cdot H_{b1})$

sendo:

T_c = #VALOR! s (Tempo de fechamento da válvula ou distribuidor)

T_c	Para	
6 s	para túneis curtos	$L_t \leq 3 \cdot H_{b1}$
10 s	para túneis longos	$L_t > 3 \cdot H_{b1}$

#VALOR!

h_{sx} = **#VALOR! m** D_b = **#VALOR! m** v_b = **#VALOR! m/s**

#VALOR!

D_c =	#VALOR! m	v_c =	#VALOR! m/s
D_{1b} =	#VALOR! m	D_{ab} =	0,00 m
B_{cp} =	0,00 m	H_{cp} =	0,00 m
v_{cp} =	#VALOR! m/s	h_{sx} =	#VALOR! m
El_{sol} =	#VALOR!	$El_0 = El_1$ =	#VALOR!
α_2 =	#VALOR! °	L_2 =	#VALOR! m
L_t =	#VALOR! m	L_{b2} =	#VALOR! m
L_b =	#VALOR! m	L_c =	#VALOR! m

Declividade da Linha de Energia:

$$i_s = \frac{h_{sx}}{L_{ht}} =$$ #VALOR!

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

▹ PERDA DE CARGA

Perda de carga total:

$h_p = h_e + h_{pa} + h_o + h_b + h_r + h_v + h_f$

Perda de carga na entrada (para este aproveitamento, com túnel de adução):

$h_e = 0{,}20 \cdot \frac{v_{ad}^2}{2 \cdot g} =$ **#VALOR!** m

sendo:

$v_{ad} = \frac{Q_1}{0{,}8493 \cdot D_{ad}^2} =$ #VALOR! m/s

Perda de carga nas curvas:

$h_o = \sum k_{oi} \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$ ou $h_o = \sum k_{oi} \cdot \frac{v_c^2}{2 \cdot g}$

sendo:

$k_{oi} = 1{,}323 \cdot \frac{\delta_i}{90°}$

com:

$\delta_i = abs(\alpha_{i+1} - \alpha_i)$ (Ângulo de deflexão vertical)

Curva 1:	δ_1 =	#VALOR!	°	e	k_{o1} = #VALOR!
Curva 2:	δ_2 =	#VALOR!	°	e	k_{o2} = #VALOR!

#VALOR! h_{01} = #VALOR! m

#VALOR! h_{02} = #VALOR! m

Assim: h_0 = **#VALOR!** m

Perda de carga nas válvulas:

Para válvula borboleta no início do túnel forçado:

$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$

Para válvula borboleta no fim do túnel forçado:

$h_v = 0{,}20 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g}$

sendo:

$v_a = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_1}{A^2} =$ #VALOR! m/s (Velocidade na entrada do caracol)

Para válvula esférica no início do túnel forçado:

$h_v = 0{,}03 \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g}$

Para válvula esférica no início do túnel forçado:

$h_v = 0{,}03 \cdot \frac{v_a^2}{2 \cdot g}$

Opção inválida! h_v = ERRO! Opção ir

Opção inválida! h_v = ERRO! Opção ir

E para a perda total nas válvulas, tem-se: h_v = **#VALOR!** m

Perda de carga na redução de diâmetro:

$h_r = 0{,}10 \cdot \frac{(v_a - v_b)^2}{2 \cdot g}$ ou $h_r = 0{,}10 \cdot \frac{(v_b - v_c)^2}{2 \cdot g}$

#VALOR! h_{r1} = #VALOR! m

#VALOR! h_{r2} = #VALOR! m

Assim: h_r = **#VALOR!** m

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

Perda de carga contínua:

$h_f = 6{,}35 \times L_t \times \dfrac{n^2 \times v_b^2}{D_b^{4\ 3}} =$ **#VALOR!** m

sendo: $n =$ 0,01 (Coeficiente de Manning para aço.)

Somando-se as perdas, tem-se para a perda de carga total nos túneis:

$h_p =$ **#VALOR!** m que corresponde a **#VALOR!** da Queda bruta.

4. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▹ ESCAVAÇÃO COMUM

Volume definido a partir do projeto: $V_{tf} =$ 0,00 m³

▹ ESCAVAÇÃO EM ROCHA

Volume definido a partir do projeto: $V_{rtf} =$ 0,00 m³

▹ ESCAVAÇÃO SUBTERRÂNEA EM ROCHA

Volume de escavação subterrânea em rocha nos túneis forçados:

$V_{stf} = V_{st} + V_{sb} + V_{se} =$ **#DIV/0!** m³

sendo:

Volume de escavação nos túneis forçados:

$V_{st} = N_t \times \frac{\pi}{4} \times \left[(D_c + 2 \times e_{cc})^2 \times L_c + (D_b + 2 \times e_c)^2 \times L_b\right] =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação na casa de válvula borboleta:

$V_{sb} = N_t \cdot 12 \cdot (D_b + 2 \cdot e_c)^3 =$ #DIV/0! m³

Volume de escavação na casa de válvula esférica:

$V_{se} = N_t \cdot 12 \cdot (A + 2 \cdot e_{ca})^3 =$ #DIV/0! m³

com:

$e_{ca} = 0{,}091 \cdot A^{0,62} =$ 0,00 m (Espessura do revestimento de concreto na entrada da caixa espiral)

Custo unitário de escavação subterrânea em rocha:

$\$_s = 299{,}64 \cdot A_c^{0,4629} =$ **#VALOR! US$/m³** (Calculado para a parte não blindada, valendo para todo o túnel)

b) LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

▹ Área de Limpeza de Fundação:

$A_{tf} = N_t \cdot \pi \cdot \left[(D_c + 2 \cdot e_{cc}) \cdot L_c + (D_b + 2 \cdot e_c) \cdot L_b\right] =$ **#DIV/0!** m²

▹ Comprimento das injeções de contato e consolidação:

$L_{tf} = N_t \cdot 1{,}0 \cdot \pi \cdot \left[(D_c + 2 \cdot e_{cc}) \cdot L_c + (D_b + 2 \cdot e_c) \cdot L_b\right] =$ **#DIV/0!** m

▹ Custo total de Limpeza e Tratamento de Fundação:

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C_{ltf} = C_{lf} \cdot A_{lf} + C_{tf} \cdot L_{tf} + C_{ic} \cdot L_{tf} =$ **#DIV/0! US$**

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

c) CONCRETO

▹ Volume de concreto dos túneis forçados:

$V_{ctf} = V_{cr} + V_{ct} + V_{cf} + V_{cb} + V_{ce} =$ #DIV/0! m³

sendo:

Volume de concreto do revestimento:

$V_{cr} = N_t \cdot \pi \cdot \left[(D_c + e_{cc}) \cdot e_{cc} \cdot L_c + (D_b + e_c) \cdot e_c \cdot L_b\right] =$ #DIV/0! m³

com:

$e_{cc} = k_g \cdot \left[0{,}091 \cdot D_c^{0{,}62} + 0{,}0034 \cdot (H - 30)\right] =$ #VALOR! m

$e_c = 0{,}091 \times D_b^{0{,}62} =$ #VALOR! m

onde:

condições	k_g
1 - boas	1,00
2 - médias	1,40
3 - incertas	2,00

===> Para este aproveitamento: k_g = Opção inválida!

Volume de concreto adicional nas bifurcações:

$V_{cf} = \pi \cdot (D_b + 3 \cdot e_c) \cdot e_c \cdot 5 \cdot D_b =$ #VALOR! m³

Volume de concreto das casas de válvula no início do túnel:

$V_{cb} = N_t \cdot 12 \cdot D_b^3 =$ FALSO m³

Volume de concreto das casas de válvula no fim do túnel:

$V_{ce} = N_t \cdot 12 \cdot A^3 =$ FALSO m³

Volume de concreto da transição da seção quadrada para circular:

para $L_c > 0$:

$$V_{ct} = N_t \times \frac{\pi}{2} \times \left[(D_c + 3)^2 - (D_c + 2 \times e_{cc})^2\right] \times D_c$$

para $L_c = 0$:

$$V_{ct} = N_t \times \frac{\pi}{2} \times \left[(D_b + 3)^2 - (D_b + 2 \times e_c)^2\right] \times D_b$$

#VALOR! $V_{ct} =$ #VALOR! m³

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento kg/m³	Armadura kg/m³
Transição e revestimentos	250	50
Bifurcações e casas de válvula	250	80

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	t	t	Volume (m³)	C. unitário (US$/m³)	C. total (US$)
Transição e revestimentos	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	51,00	#DIV/0!
Bifurcações e casas de válvula	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!	51,00	#VALOR!
TOTAL:	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-	#DIV/0!

Custo unitário médio: $S =$ #DIV/0! US$/m³ (C. total/Volume)

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

d) REVESTIMENTO METÁLICO

▹ Espessura mínima construtiva (não deve ser inferior a 0,635 cm):

$e_{min} = \frac{D_b}{4} + 0{,}127 =$ #VALOR! cm ===> #VALOR!

▹ Pressão de serviço para este aproveitamento, com chaminé de equilíbrio:

Ponto 0: $p_{s0} = \frac{0{,}1 \cdot (NA_{xch} - El_0)}{2}$

Ponto 1: $p_{s1} = \frac{0{,}1 \cdot (NA_{xch} + i_s \cdot L_{h1} - El_1)}{2}$

Ponto 2: $p_{s2} = \frac{0{,}1 \cdot [NA_{xch} + i_s \cdot (L_{h1} + L_{h2}) - El_2]}{2}$

Ponto 3: $p_{s3} = \frac{0{,}1 \cdot (NA_{xch} + h_{sz} - El_3)}{2}$

Assim:

$p_{s0} =$ #VALOR! kgf/cm²
$p_{s1} =$ #VALOR! kgf/cm²
$p_{s2} =$ #VALOR! kgf/cm²
$p_{s3} =$ #VALOR! kgf/cm²

▹ Espessura requerida:

$e_i = \frac{100 \cdot p_{si} \cdot D_b}{2 \cdot \tau_a} + 0{,}3$

sendo: $\tau_a =$ 1.200,00 kgf/cm² (Tensão admissível do aço.)

Assim:

Ponto B:	$e_B =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 0:	$e_0 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 1:	$e_1 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 2:	$e_2 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!
Ponto 3:	$e_3 =$	#VALOR!	cm	#VALOR!

▹ Pressão de serviço suportada pela chapa de espessura mínima:

$p_{sn} = 2 \cdot \tau_a \cdot \frac{e_{min} - 0{,}3}{100 \cdot D_b} =$ #VALOR! kgf/cm²

▹ Pressão de serviço no ponto B, início da parte blindada:

$p_{sB} = \frac{0{,}1 \cdot (NA_{max} + i_s \cdot L_c - El_0)}{2} =$ #VALOR! kgf/cm²

▹ Peso das chapas metálicas:

$k = \frac{7{,}842 \times \pi \times D_b}{100} =$ #VALOR! (Coeficiente)

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

caso a - quando a blindagem inicia no trecho 1:

caso a1: se $p_{sB} \geq p_{sn}$:

$$P_{b1} = k \times \frac{e_B + e_1}{2} \times L_{b1}$$

$$P_{b2} = k \cdot \frac{e_1 + e_2}{2} \cdot L_2$$

$$P_{b3} = k \cdot \frac{e_2 + e_3}{2} \cdot L_{h3}$$

caso a2: se $p_{s1} \geq p_{sn} > p_{sB}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{sB}}{0{,}1 \cdot i_s}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b1} = k \times e_{min} \times L_{min} + k \times \frac{e_{min} + e_1}{2} \times (L_{b1} - L_{min})$$

P_{b2}, P_{b3} iguais aos do caso a1.

$e_B = e_{min}$

caso a3: se $p_{s2} \geq p_{sn} > p_{s1}$:

$$L_{min} = \frac{p_{sn} - p_{s1}}{0{,}1 \cdot \left(\frac{i_s}{2} + tg\alpha_2\right) \cdot \cos\alpha_2}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b1} = k \cdot e_{min} \cdot L_{b1}$$

$$P_{b2} = k \times e_{min} \times L_{min} + k \times \frac{e_{min} + e_2}{2} \times (L_2 - L_{min})$$

P_{b3} igual ao do caso a1.

$e_B = e_1 = e_{min}$

caso a4: se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{s2}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{s2}}{0{,}1 \cdot i_s}$$ #VALOR! #VALOR!

P_{b1} igual ao do caso a3.

$$P_{b2} = k \cdot e_{min} \cdot L_2$$

$$P_{b3} = k \times e_{min} \times L_{min} + k \times \frac{e_{min} + e_3}{2} \times (L_{h3} - L_{min})$$

$e_B = e_1 = e_2 = e_{min}$

caso a5: se $p_{sn} > p_{s3}$:

P_{b1}, P_{b2} iguais ao do caso a4.

$$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_{h3}$$

$e_B = e_1 = e_2 = e_3 = e_{min}$

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

caso b - quando a blindagem inicia no trecho 2:

caso b1: se $p_{sB} \geq p_{sn}$:

$$P_{b1} = 0$$

$$P_{b2} = k \times \frac{e_B + e_2}{2} \times L_{b2}$$

$$P_{b3} = k \cdot \frac{e_2 + e_3}{2} \cdot L_{h3}$$

caso b2: se $p_{s2} \geq p_{sn} > p_{sB}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{sB}}{0{,}1 \cdot \left(\frac{i_s}{2} + \tan\alpha_2\right) \cdot \cos\alpha_2}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b1} = 0$$

$$P_{b2} = k \cdot e_{min} \cdot L_{min} + k \cdot \frac{e_{min} + e_2}{2} \cdot (L_2 - L_{min})$$

P_{b3} igual ao do caso b1.

$$e_B = e_{min}$$

caso b3: se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{s2}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{s2}}{0{,}1 \cdot i_s}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b1} = 0$$

$$P_{b2} = k \cdot e_{min} \cdot L_{b2}$$ #VALOR!

$$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_{min} + k \cdot \frac{e_{min} + e_3}{2} \cdot (L_{h3} - L_{min})$$

$$e_B = e_2 = e_{min}$$

caso b4: se $p_{sn} > p_{s3}$:

$$P_{b1} = 0$$

P_{b2} igual ao do caso b3.

$$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_{h3}$$

$$e_B = e_2 = e_3 = e_{min}$$

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

caso c - quando a blindagem inicia no trecho 3:

caso c1: se $p_{sB} \geq p_{sn}$:

$$P_{b1} = P_{b2} = 0$$

$$P_{b3} = k \times \frac{e_B + e_3}{2} \times L_b$$

caso c2: se $p_{s3} \geq p_{sn} > p_{sB}$:

$$L_{min} = 2 \cdot \frac{p_{sn} - p_{sB}}{0,1 \cdot i_s}$$ #VALOR! #VALOR!

$$P_{b3} = k \times e_{min} \times L_{min} + k \times \frac{e_{min} + e_3}{2} \times (L_b - L_{min})$$

$$e_B = e_{min}$$

caso c3: se $p_{sn} > p_{s3}$:

$$P_{b1} = P_{b2} = 0$$

$$P_{b3} = k \cdot e_{min} \cdot L_b$$

$$e_B = e_3 = e_{min}$$

PESO TOTAL DO REVESTIMENTO METÁLICO

$$P_b = 1{,}10 \cdot N \cdot (P_{b1} + P_{b2} + P_{b3}) =$$ **#VALOR! t**

Sendo:

CASO a :	P_{b1} =	#VALOR!	#VALOR!
	P_{b2} =	#VALOR!	#VALOR!
	P_{b3} =	#VALOR!	#VALOR!
CASO b :	P_{b1} =	0	#VALOR!
	P_{b2} =	#VALOR!	#VALOR!
	P_{b3} =	#VALOR!	#VALOR!
CASO c :	P_{b1} =	0	#VALOR!
	P_{b2} =	0	#VALOR!
	P_{b3} =	#VALOR!	#VALOR!

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

e) VÁLVULAS

▹ VÁLVULA BORBOLETA

Equação da família de curvas:

$S = H_x^{0,35} \cdot K_B$ (Custo de uma válvula, em US$)

sendo:

para $D_B \leq 2{,}0$ m: $K_B = 1000 \times \left(9{,}6 \times D_B^2 + 8{,}6 \times D_B - 1{,}85\right)$

para $D_B > 2{,}0$ m: $K_B = 1000 \cdot \left(10{,}2 \cdot D_B^2 + 9{,}2 \cdot D_B - 1{,}97\right)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR!	m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_B =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR!	m)

Assim, para este aproveitamento, ERRO! Opção inválida!

$ = ERRO! Opçãc ERRO! Opção inválida!

Custo total de válvulas no início dos túneis: $\$ = C_{vi} \cdot N_t =$ **#VALOR! US$**

▹ VÁLVULA ESFÉRICA

Equação da família de curvas:

$\$ = H_x^{0,4} \times K_E$

sendo:

$K_E = 1000 \times \left(24{,}4 \times D_E^2 + 4{,}4 \times D_E + 12{,}37\right)$

Início do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	#VALOR!	m	e	H_x =	#VALOR!	m)
Fim do conduto:	K_B =	0	(com D_E =	0,00	m	e	H_x =	#VALOR!	m)

Assim, para este aproveitamento, ERRO! Opção inválida!

$ = 0 ERRO! Opção inválida!

Custo total de válvulas no fim dos túneis: $\$ = C_{vf} \cdot N_g =$ **0 US$**

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto:	Cálculo:
	Item: TÚNEIS FORÇADOS	Verificação:

COM TÚNEL DE ADUÇÃO E COM CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

5. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.19.34	TÚNEL E/OU CONDUTOS FORÇADOS				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.12.10	Comum	m³	0	3,40	0	0
.12.19.34.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	0	11,00	0	0
.12.19.34.12.12	Subterrânea em rocha	m³	#DIV/0!	#VALOR!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.13	Limpeza e tratamento de fundação	m²	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.34.23	Equipamento	gl			#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.23	Revestimento metálico	t	#VALOR!	2.560,00	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.23.24	Válvula	gl	1	#VALOR!	#VALOR!	#VALOR!
.12.19.34.17	Outros custos	gl			0	0

1. DADOS BÁSICOS

Dados para dimensionamento:

N_g =		unidades	(Número de unidades geradoras)
N_f =		unidades	(Número de unidades geradoras por conduto ou túnel forçado, quando for o caso)
D_{ab} =		m	(Diâmetro interno do conduto associado à tomada de água - adutor, túnel ou conduto forçado)
$NA_{máx}$ =		m	(Nível de água máximo normal do reservatório)
El_{sol} =		m	(Cota da soleira da tomada de água)

Dados para quantificação:

El_{te} =		m	(Cota média do terreno na área da estrutura)
Q_t =		m³/s	(Vazão turbinada máxima total)
e_{te} =		m	(Espessura média da camada de terra na área da estrutura)

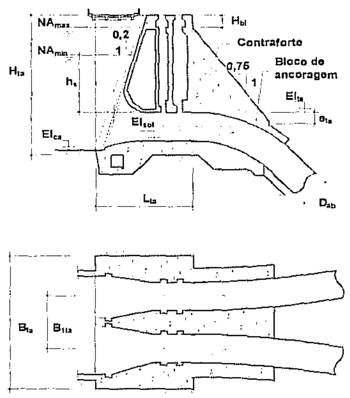


Fig 6.8.6.04 Seção típica e planta de tomada de água a gravidade

2. DIMENSIONAMENTO

▷ NÚMERO DE ABERTURAS NA TOMADA DE ÁGUA

$N_{at} = \frac{N_g}{N_f} =$ **#DIV/0!** **unidades**

▷ ALTURA DA TOMADA DE ÁGUA

$H_{ta} = NA_{max} - El_{sol} + H_{bl} + 2{,}5 =$ **6,5 m**

sendo: $H_{bl} =$ 4,00 m (altura de borda livre)

▷ LARGURA DO BLOCO DA UNIDADE NO SENTIDO TRANSVERSAL AO FLUXO

$B_{1ta} = 1{,}2 \times D_{ab} + 1{,}2 =$ **1,20 m**

▷ LARGURA TOTAL

$B_{ta} = N_{at} \times B_{1ta} + 2 \times 2{,}0 =$ **#DIV/0!** **m**

▷ COMPRIMENTO DA TOMADA DE ÁGUA NA BASE

$L_{ta} = 9{,}2 + 0{,}20 \times H_{ta} =$ **10,50 m**

3. QUANTIFICAÇÃO E CUSTOS

a) ESCAVAÇÃO

▷ ESCAVAÇÃO COMUM

$V_{tta} = B_{ta} \times L_{ta} \times e_{te} =$ **#DIV/0!** m^3

▷ ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

$V_{rta} = L_{ta} \times \left[El_{te} - e_{ta} - (El_{sol} - 2{,}5)\right] \times B_{ta} =$ **#DIV/0!** m^3

▷ LIMPEZA E TRATAMENTO DE FUNDAÇÃO

Área de fundação:

$A_{lf} = B_{ta} \times L_{ta} =$ **#DIV/0!** m^2

Comprimento de perfuração:

$L_{tf} = \frac{B_{ta}}{3} \cdot L_{1tf} =$ **#DIV/0! m**

sendo:

$L_{1tf} = 1{,}5 \times (NA_{max} - El_{sol}) =$ 0,00 m (Comprimento de um furo de injeção de cimento - máximo 40 m)

Custo total de Limpeza e Tratamento de Fundação:

$C_{lf} =$	11,20 US$/m²	(Custo unitário de limpeza de superfície em rocha)
$C_{tf} =$	70,00 US$/m	(Custo unitário de furo roto-percussivo)
$C_{ic} =$	30,00 US$/m	(Custo unitário de injeção com calda de cimento)

$C = C_{lf} \times A_{lf} + C_{tf} \times L_{tf} + C_{ic} \times L_{tf} =$ **#DIV/0! US$**

b) CONCRETO

▹ VOLUME

$V_{cta} = V_{ctp} + N_{at} \cdot V_{ctb} + V_{ctc} =$ **#DIV/0! m^3**

Volume de concreto das paredes externas:

$V_{ctp} = 2 \times (2{,}0 \times L_{ta} - 10{,}0) \times H_{ta} =$ **143 m^3**

Volume de concreto do bloco da unidade:

$V_{ctb} = 1{,}3 \times e^{z} =$ **379 m^3**

$z = (0{,}0460 - 0{,}00167 \times D_{ab}) \times (H_{ta} - 104{,}0) + 10{,}16 =$ 5,68 m^3

Volume de concreto do contraforte a jusante:

$V_{ctc} = 0{,}375 \times (H_{ta} - D_{ab} - 9{,}3)^2 \times B_{ta} =$ **#DIV/0!** m^3

Taxas de cimento e armadura:

	Cimento (kg/m^3)	Armadura (kg/m^3)
Parede externa	200	10
Bloco	300	100
Contraforte	200	20

Totais:

	Cimento	Armadura	CSC		
	(t)	(t)	Volume (m^3)	C. unitário (US$/$m^3$)	C. total (US$)
Parede externa	29	1	143	51,00	7.293
Bloco	114	38	379	69,00	26.146
Contraforte	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	51,00	#DIV/0!
TOTAL	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**#DIV/0!**	**-**	**#DIV/0!**

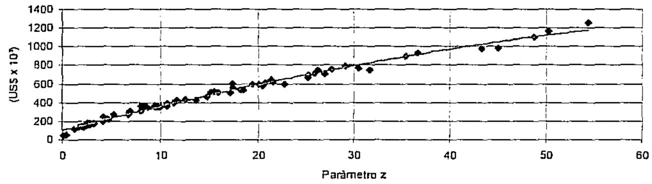
Custo unitário médio: $ = #DIV/0! US$/$m^3$ (C. total/Volume)

c) EQUIPAMENTOS

▹ COMPORTA VAGÃO COM RODAS

▹ O custo de aquisição de cada comporta é obtido através do gráfico B.23 e independe da localização do aproveitamento.

Gráf. B23 - Custo Unitário de Comportas tipo Vagão



Equação da curva do gráfico B.23:

$C_{cp} = -138{,}2 \times z^2 + 27.333 \times z + 100.680 =$ **100.680 US$** (para $0{,}1 \leq z \leq 55$)

sendo: $z = \frac{B_{cp}^2 \times H_{cp} \times H_x}{1000} =$ 0 m^4

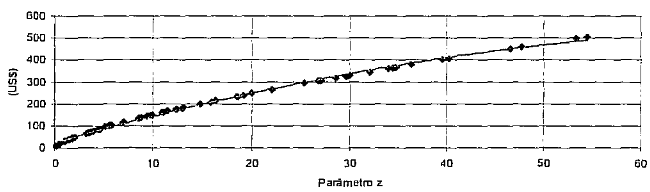
$B_{cp} = H_{cp} = D_{ab} =$ 0,00 m

$H_x = NA_{max} - El_{sol} =$ 0,00

▹ COMPORTA ENSECADEIRA

▹ O custo de aquisição de cada comporta da tomada de água é obtido no gráfico B.25 e independe da localização do aproveitamento.

Gráf. B25 - Custo Unitário de Comporta Ensecadeira de Fundo



Equação da curva do gráfico B.25:

$C_{sl} = -77 \cdot z^2 + 12.781 \cdot z + 23.323 =$ **23.323 US$** (para $0{,}1 \leq z \leq 55$)

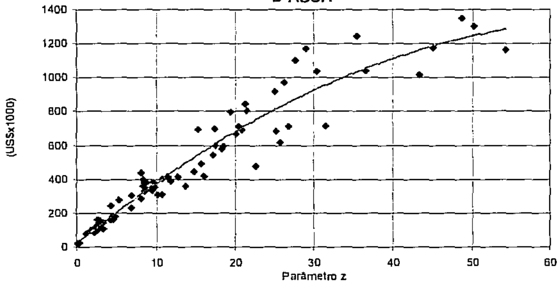
▹ Custo global de aquisição de guias e partes fixas embutidas no concreto extras da tomada de água independe da localização do aproveitamento.

$C_{gpf} = 2 \cdot N_{at} \cdot (H_{ta} - 1{,}0) \cdot 800$ **#DIV/0! US$**

▹ GUINDASTE

▹ Custo de aquisição do pórtico rolante da tomada de água é obtido no gráfico B.27 e independe da localização do aproveitamento.

Gráfico B.27 - CUSTO DO PÓRTICO ROLANTE DA TOMADA D'ÁGUA



Equação da curva do gráfico B.27:

$C_{pcr} = -280{,}8 \times z^2 + 38472 \times z + 22859 =$ **22.859 US$** (para $0{,}1 \leq z \leq 55$)

▹ GRADES E LIMPA GRADES

$C_{gr} = 2.115 \times \frac{Q_1}{1{,}0} =$ **0 US$**

Eletrobrás	ESTUDO DE INVENTÁRIO HIDRELÉTRICO RIO	Data: 25/9/2009
	Projeto: Item: TOMADA DE ÁGUA A GRAVIDADE	Cálculo: Verificação:

4. EXTRATO DO O.P.E.

R$/US$ = 1,00

Preços de DEZ/95

CONTA	ITEM	UN.	QUANT.	PREÇO UNIT. US$	CUSTO 10^3 US$	CUSTO 10^3 R$
.12.19.30	TOMADA DE ÁGUA				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.12	Escavação	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.12.10	Comum	m³	#DIV/0!	3,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto	m³	#DIV/0!	11,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.14	Concreto	gl			#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.14.13	Cimento	t	#DIV/0!	165,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.14.14	Concreto sem cimento	m³	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.14.15	Armadura	t	#DIV/0!	1.420,00	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.23	Equipamento				#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.23.16	Comp.guinchos	un	#DIV/0!	128.870,40	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.23.17	Comporta ensecadeira	un	#DIV/0!	29.853,44	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.23.56	Peças fixas extras	un	1	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
.12.19.30.23.20	Guindaste	un	1	29.259,52	29,26	29,26
.12.19.30.23.21	Grades / Limpa-grades	t	1	0,00	0,00	0,00
.12.19.30.17	Outros custos	m	2%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

ANEXO C - PLANILHAS DE DIMENSIONA-MENTO E QUANTIFICAÇÃO

SUMÁRIO

ANEXO C - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO E QUANTIFICAÇÃO

23. Transições e Muros de Concreto	584m.xls
24. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Bacia de Dissipação	585cobd.xls
25. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Bacia de Dissipação e Adufas de Desvio	585cobda.xls
26. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Salto de Esqui	585cose.xls
27. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Salto de Esqui e Adufas de Desvio	585cosea.xls
28. Vertedouro de Encosta Controlado com Bacia de Dissipação	585coenb.xls
29. Vertedouro de Encosta Controlado com Salto de Esqui	585coens.xls
30. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Bacia de Dissipação	585lobd.xls
31. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Bacia de Dissipação e Adufas de Desvio	585lobda.xls
32. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Salto de Esqui	585lose.xls
33. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Salto de Esqui e Adufas de Desvio	585losea.xls
34. Vertedouro Livre de Encosta com Salto de Esqui	585loens.xls
35. Vertedouro Livre de Encosta com Bacia de Dissipação	585loenb.xls
36. Canal de Adução	586cn.xls
37. Tomada d' Água a Gravidade	586tg.xls
38. Conduto Adutor	586ca.xls
39. Chaminé de Equilíbrio	586ch.xls
40. Condutos Forçados sem Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586cf.xls
41. Condutos Forçados com Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586cfch.xls
42. Túneis Forçados sem Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586tf.xls
43. Túneis Forçados com Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586tfch.xls
44. Canal de Fuga	586fu.xls
45. Custos Indiretos	588ci.xls

As planilhas de dimensionamento e quantificação são planilhas eletrônicas EXCEL preparadas para executar os cálculos de toda a metodologia preconizada pelo presente Manual.

É importante chamar a atenção para o fato de que mensagens de erro, tais como #DIV/0!; #VALOR!; etc. , estão ativas em função da falta de dados nas células correspondentes aos dados de entrada para os cálculos.

ANEXO C - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO E QUANTIFICAÇÃO

SUMÁRIO

ANEXO C - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO E QUANTIFICAÇÃO

23. Transições e Muros de Concreto	584m.xls
24. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Bacia de Dissipação	585cobd.xls
25. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Bacia de Dissipação e Adufas de Desvio	585cobda.xls
26. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Salto de Esqui	585cose.xls
27. Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Salto de Esqui e Adufas de Desvio	585cosea.xls
28. Vertedouro de Encosta Controlado com Bacia de Dissipação	585coenb.xls
29. Vertedouro de Encosta Controlado com Salto de Esqui	585coens.xls
30. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Bacia de Dissipação	585lobd.xls
31. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Bacia de Dissipação e Adufas de Desvio	585lobda.xls
32. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Salto de Esqui	585lose.xls
33. Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Salto de Esqui e Adufas de Desvio	585losea.xls
34. Vertedouro Livre de Encosta com Salto de Esqui	585loens.xls
35. Vertedouro Livre de Encosta com Bacia de Dissipação	585loenb.xls
36. Canal de Adução	586cn.xls
37. Tomada d' Água a Gravidade	586tg.xls
38. Conduto Adutor	586ca.xls
39. Chaminé de Equilíbrio	586ch.xls
40. Condutos Forçados sem Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586cf.xls
41. Condutos Forçados com Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586cfch.xls
42. Túneis Forçados sem Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586tf.xls
43. Túneis Forçados com Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586tfch.xls
44. Canal de Fuga	586fu.xls
45. Custos Indiretos	588ci.xls

As planilhas de dimensionamento e quantificação são planilhas eletrônicas EXCEL preparadas para executar os cálculos de toda a metodologia preconizada pelo presente Manual.

É importante chamar a atenção para o fato de que mensagens de erro, tais como #DIV/0!; #VALOR!; etc. , estão ativas em função da falta de dados nas células correspondentes aos dados de entrada para os cálculos.

SISTEMA DE INVENTÁRIO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

SINV

versão 4.1

Manual de Utilização

Setembro ,2002

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO

O Sistema de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (SINV) tem como objetivo automatizar os métodos para execução dos estudos energéticos e ambientais e para a comparação e seleção de alternativas de divisão de queda descritos na revisão de 1997 do Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacia Hidrográfica - MIHBH (ELETROBRÁS, 1997).

Em relação aos estudos energéticos, o sistema SINV 4.1 inclui facilidades para dimensionamento energético e análise de viabilidade econômico-energética de projetos, avaliação econômico-energético de alternativas de divisão de queda e priorização, segundo critério econômico-energético, dos projetos de uma alternativa. Em relação aos estudos ambientais, o sistema SINV 4.1 inclui facilidades para armazenamento e edição de componentes-síntese e das sub-áreas correlatas e de índices de intensidade de impacto ambiental causado por projetos em cada sub-área, e funções para obtenção de índices de impacto globais de alternativas de divisão de queda sobre o sistema ambiental na área de estudo. Para a comparação e seleção de alternativas, o sistema SINV. 4.1 incorpora o enfoque multi-objetivo, adotando como critério básico a maximização da eficiência econômica-energética em conjunto com a minimização dos impactos ambientais, conforme preconizado no MIHBH, e inclui facilidades para escolha do conjunto de alternativas que devem passar dos Estudos Preliminares para os Estudos Finais e para a hierarquização de alternativas a nível de Estudos Finais.

A documentação do sistema é composta por dois manuais. O Manual de Metodologia apresenta os conceitos básicos e o detalhamento metodológico das funções implementadas no sistema. O Manual de Utilização descreve as principais características do sistema, assim como a sua utilização.

A versão 4.1 incorpora correções e sugestões fornecidas pelos usuários e a interface gráfica foi convertida para Windows95/98 (32 bits).

2. ESTRUTURA DO SISTEMA

O SINV é composto por três programas, o WINSINV.EXE responsável pela entrada de dados e execução das funções relativas ao Sistema Ambiental e Comparação e Seleção de Alternativas, o SINV.EXE que efetua os cálculos e simulações e produz relatórios relativos aos estudos energéticos, e o PREENC.EXE que transfere dados de arquivos ASCII para arquivos de vazões afluentes, retiradas d'água para irrigação e outros usos, e de evaporações. Estes programas operam sobre uma estrutura de arquivos e diretórios descrita no item seguinte.

2.1. Estrutura de Arquivos

Todas as funções implementadas no SINV são executadas tendo como base 6 tipos de informação básicas:

- Topologia da Bacia,
- Dados de Projeto,
- Descrição das Alternativas de Divisão de Quedas,
- Dados do Sistema de Referência (custos de referência, períodos críticos),
- Recursos Hídricos (vazões afluentes, retiradas d'água para irrigação e para outros usos d'água, volumes de espera e evaporações).
- Sistema Ambiental (definição de componentes-síntese, sub-áreas, pesos relativos e índices de impacto ambiental).

Arquivos .EST

Todas as informações de um estudo, à excessão das Séries de Vazões e Evaporações Históricas, são armazenadas num arquivo único criado pelo usuário através do WINSINV. Recomenda-se o uso da extensão .EST. Tanto o programa SINV quanto o programa PREENC não utilizam diretamente estes arquivos.

Arquivos .VAZ, .IRG, .RET e .EVP

As Séries de Vazões e Evaporações Históricas são armazenadas em arquivos distintos, usando-se as extensões .VAZ, .IRG e .RET, respectivamente para os arquivos de vazões afluentes, retiradas para irrigação e retiradas para outros usos d'água. As evaporações são armazenadas em um arquivo com a extensão .EVP. Todos os quatro são arquivos de acesso direto não formatados contendo cada registro 600 reais de quatro bytes. Cada registro contem os valores de um mesmo mês em real*4 de no máximo 600 postos. Em geral deve existir um registro para cada mês do período histórico. Pode-se usar arquivos simplificados (ver caixa de diálogo do item 4.3.4) com apenas 12 registros, contendo cada registro as médias ao longo do período crítico dos valores de um mês. Pode-se visualizar e editar o conteudo desses arquivos através do WINSINV. Os programas SINV e PREENC utilizam diretamente estes arquivos.

Arquivos .SVM e .CNT

Para a execução de uma função o SINV utiliza, além dos arquivos de vazões e evaporações históricas, dois arquivos de trabalho preenchidos a cada execução: o arquivo SINV.SVM, e o arquivo SINV.CNT. O programa PREENC utiliza o arquivo PREENC.CNT.

Arquivos .DIM, .ENF, .ELI, .SED, .ORD, .UOT, .PC, .PRJ, .ALT, .PRE e .MSG

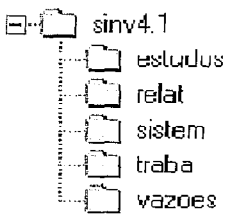
Os resultados da execução das funções do SINV são armazenados em arquivos de terminações .DIM para a função DimEner, .ENF para a função EnerFirme, .ELI para a função Elimina, .AVE para a função AvalEconEnerg, .ORD para a função Ordena,

.UOT para a função OTimVolUtil, .PC para a função CalcPerCrit, .PRJ para a função de Impressão dos Dados dos Projetos, .ALT para a função de Impressão dos Dados de Alternativa e .PRE para a função Preenche. As mensagens de erros de consistência geradas pelo programa SINV das informações do arquivo .EST são armazenadas em arquivos .MSG.

O nome do arquivo de relatório (os 8 primeiros caracteres) são entrados pelo usuário quando da execução da função.

2.2. Estrutura de Diretórios

O sistema SINV opera através de uma estrutura de 6 diretórios ilustrada abaixo.



estrutura de diretórios

O caminho e o nome do diretório "sinv4.1" é definido durante a instalação, sendo o default c:\sinv4.1.

Cada diretório do sistema SINV tem a função de armazenar os seguintes arquivos:

\SINV4.1\ESTUDOS

Neste diretório são armazenadas os arquivos .EST de cada estudo. Cada arquivo .EST contém os dados da Topologia, dados de Projeto, descrição das Alternativas de Divisão de Quedas e os dados de Sistema de Referência, do Sistema Ambiental e de Recursos Hídricos (à excessão das séries históricas em si) do estudo. Os arquivos .EST são criados e editados através da interface gráfica do programa WINSINV.

<u>\SINV4.1\RELAT</u>

Neste diretório são armazenados os relatórios contendo os resultados e mensagens de erros de consistência das informações do arquivo .EST gerados durante a execução das funções do SINV e do programa PREENC.

\SINV4.1\VAZOES

Neste diretório são armazenados os arquivos de vazões naturais, vazões de irrigação e vazões de retiradas d' água para outros usos, e os arquivos de evaporações. Estes arquivos poderão conter as séries temporais de valores mensais ou as médias ao longo do período crítico de cada mês.

\SINV4.1\SISTEM

O programa de instalação coloca neste diretório os arquivos executáveis (.exe) e de ajuda (.hlp) dos programas WINSINV, SINV e PREENC.

\SINV4.1\TRABA

Este diretório é utilizado para armazenar os dois arquivos de trabalho (sinv.cnt e sinv.svm) preenchidos pelo programa WINSINV sempre que uma função do SINV é executada e o arquivo preenc.cnt quando a função Preenche é executada, bem como o arquivo ASCII com os valores a serem transferidos para arquivos de vazões, retiradas ou evaporações (entrada.ent). Armazena tambem o arquivo eli_inx.trb e dimensi.trb, gravados pelo SINV e usado pelo WINSINV para apresentar os resultados das funções ELIMINA e DIMENER respectivamente. .

2.3. Operação do Sistema

Tanto a criação e edição dos arquivos .EST quanto a execução das funções do SINV ou a execução do PREENC é feita através da interface gráfica do programa WINSINV conforme ilustrado nas figuras 2a, 2b e 2c.

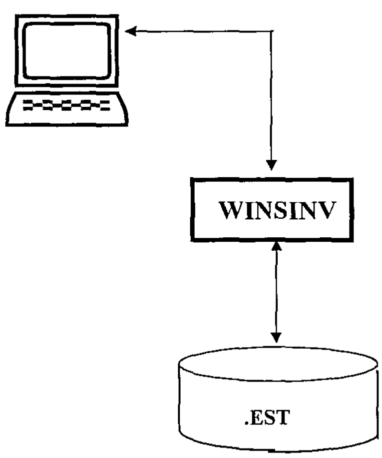


Figura 2a - Criação e edição de arquivo .EST

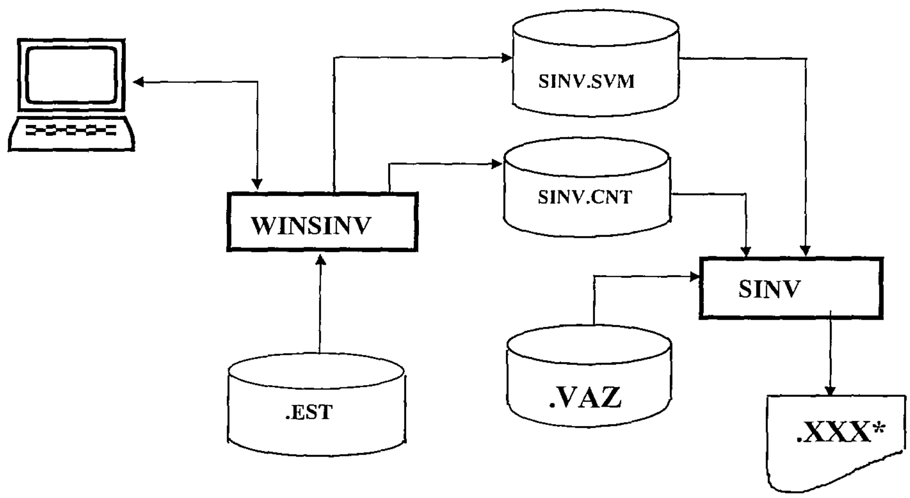


Figura 2b - Execução das Funções do SINV
(* .ENF ou .SED ou .ELI ou .ORD ou .UOT ou .PC ou .PRJ ou .ALT conforme a função executada)

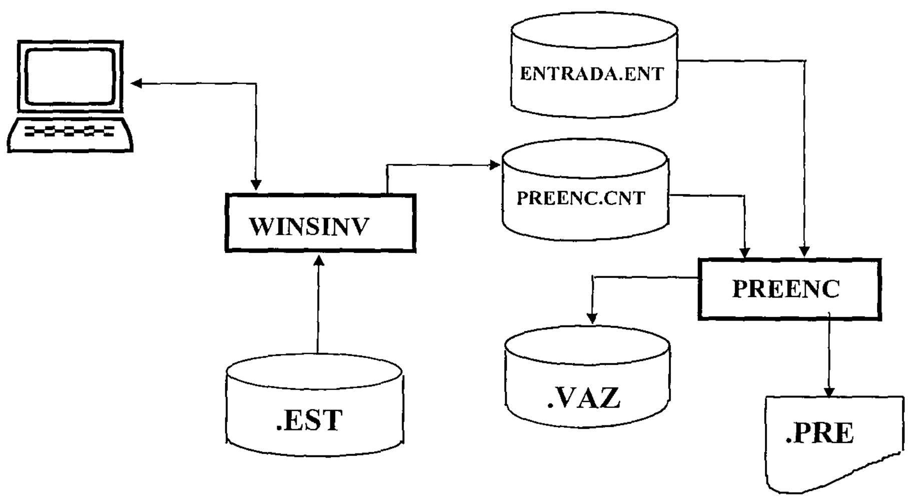


Figura 2c - Execução do programa PREENC

Criação e edição de arquivo .EST

A criação de um arquivo .EST é feita seguindo os seguintes passos:

1) O usuário escolhe a opção **Novo** no menu **Arquivo**.

2) O usuário fornece a topologia na tela principal (item 4.3.2).

3) O usuário fornece por caixas de diálogo (ítem 4.3) os dados de Projetos, a descrição das Alternativas de Divisão de Quedas, os dados do Sistema de Referência e de Recursos Hídricos.

4) O usuário deverá salvar as informações no diretório \sinv4.1\estudos em um arquivo dando-lhe um nome.

Este arquivo pode ser reaberto pelo WINSINV para correções ou para ser utilizado na execução de uma função do SINV.

Execução das funções do SINV e do programa PREENC

A execução de uma função do SINV ou do programa PREENC é feita seguindo os seguintes passos:

1) O usuário abre no diretório \sinv4.1\estudos o arquivo .est contendo a base de informação desejada

2) O usuário fornece por caixas de diálogo (ítem 4.4) as opções de execução.

3) O programa WINSINV preenche os arquivos de trabalho do diretório \sinv4.1\traba.

4) O programa SINV ou o programa PREENC executa a função desejada consultando os arquivos de trabalho do diretório \sinv4.1\traba e os arquivos de vazões do diretório \sinv4.1\vazoes.

5) Terminada a execução, o relatório é apresentado ao usuário através do editor de texto SuperPad.

3. DIÁLOGOS MODAIS E NÃO MODAIS

Os diálogos modais são aqueles que não permitem a execução de outra função do sistema enquanto estiverem na tela. Os diálogos não-modais permitem ao usuário a realização de uma outra função, tais como a abertura de um menu e a seleção de um de seus ítens, e a execução de outro diálogo.

A maioria dos diálogos de entrada de dados da versão 4.1 do SINV, são não-modais. Por exemplo, se o diálogo de Dados do Projeto, relativo a um projeto selecionado previamente no diagrama de topologia, estiver aberto, e se o usuário

selecionar um outro projeto no diagrama, os dados que estiverem no diálogo são salvos e os dados do novo projetos são exibidos. No caso dos diálogos de edição de texto, o usuário poderá abrir o menu **Arquivo**, escolher o ítem **Imprimir** e o texto do diálogo será formatado e impresso na impressora.

Os diálogos não-modais podem ser agrupados de acordo com a função que está sendo executada:

1. Entrada/Edição da Topologia: diálogos **Dados do Local Barrável** e **Curvas do Reservatório de** <nome do local barrável>;

2. Entrada/Edição dos Dados dos Projetos: diálogo **Dados do Projeto**;

3. Entrada/Edição dos Dados do Sistema Ambiental: diálogos **Seleção de Componente/Sub-área**, **Edição do Componente** <nome do componente>, **Criação de Sub-área**, **Edição de Sub-área**, **Impactos no Componente** <nome do componente>, e diálogos dos textos das caracterizações, avaliações e justificativas associadas;

4. Cálculo dos Impactos das Alternativas: diálogos **Escolha da Alternativa**, **Índices de Impacto Ambiental**, **Impactos da Alternativa** <nome da alternativa> **em** <nome do componente>, **Impactos de** <nome da alternativa> **em** <nome do componente> e diálogos de texto associados.

4. ENTRADA DE TEXTO EM CAIXAS DE DIÁLOGO

O SINV 4.1 possui um formatador de texto simples para permitir a impressão dos textos relativos às descrições, caracterizações, avaliações e justificativas associados ao Sistema Ambiental e às alternativas.

O texto é formatado justificado. Por isso, para se obter uma impressão de bom aspecto, deve-se obedecer as seguintes regras:

- a indentação deve ser feita apenas na primeira linha do parágrafo usando tabs <cntr-tab>. Um tab equivale no relatório a 3 caracteres em branco;
- não se deve colocar um caracter em branco entre um caracter de bullet e o primeiro caracter do parágrafo;
- o último parágrafo não deve terminar com um <Enter>

O exemplo que acompanham o SINV 4.1 mostra uma maneira de se entrar com texto em caixa de diálogo.

5. INSTALAÇÃO

A instalação do SINV4.1 é feita executando-se o seguinte procedimento:

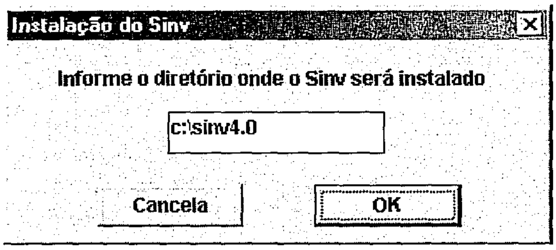
1) coloca-se o disquete nº 1 de instalação (sistema) no drive a:\ ;

2) no Gerenciador de Programas (Program Manager) ou no Gerenciador de Arquivos (File Manager), abre-se o menu Arquivo (File) e escolhe-se o ítem Executar (Run);

3) na caixa de diálogo entra-se com a seguinte linha de comando:

   a:\instala

4) o WINSINV é carregado a partir do disquete. Aparece, então a caixa de diálogo



onde o usuário entra com o diretório onde o sistema será instalado.

5) o programa de instalação cria o diretório entrado na caixa de diálogo, cria os subdiretórios SISTEM, VAZOES, RELAT, ESTUDO e TRABA, e copia os arquivos contidos no disquete para o subdiretório SISTEM;

6) o programa de instalação pede ao usuário a colocação do disquete nº 2 (exemplos) no drive. Se o usuário clicar no botão **OK**, os arquivos de exemplos são copiados para o subdiretório ESTUDOS e os arquivos de vazões correspondentes para o subdiretório VAZOES. Se o usuário clicar no botão **Cancela**, estes arquivos não são copiados;

7) o programa de instalação cria o grupo de programas SINV4.1 do Gerenciador de Programas (Program Manager) e encerra a instalação.

6. ENTRADA DE DADOS

A entrada dos dados necessários à execução do SINV é feita através do WINSINV, por meio das seguintes etapas:

- entrada da topologia fluvial com os locais barráveis das bacias e o número dos postos a eles associados, a vazão mínima, e as curvas cota x área e cota volume do local;

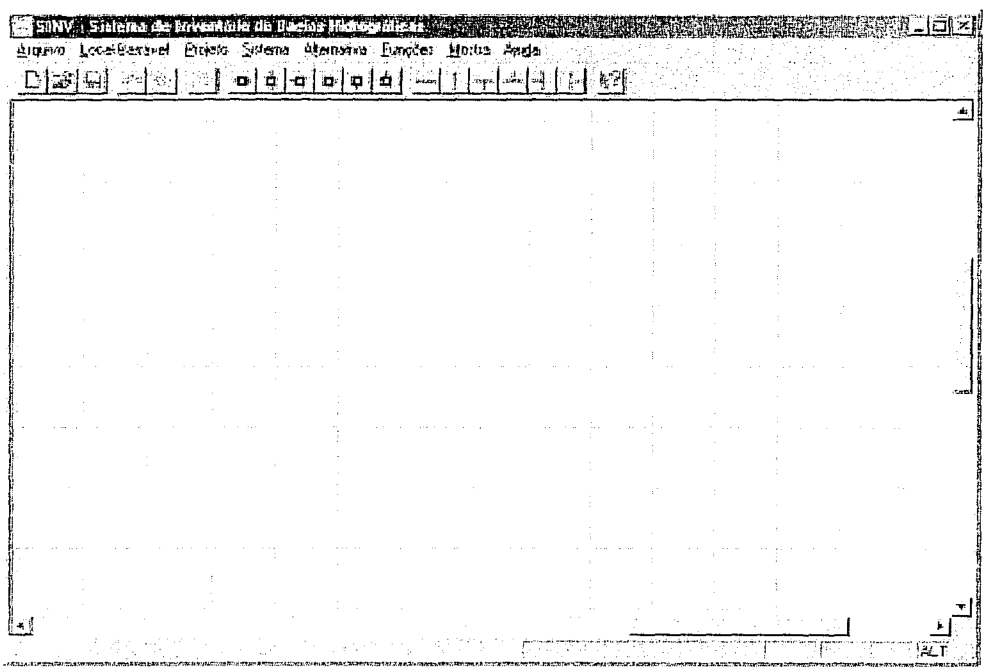
- entrada dos dados dos projetos;

- entrada dos dados relativos ao Sistema de Referência, dos dados relativos ao Sistema Ambiental e dos dados de Recursos Hídricos;

- criação das alternativas de divisão de queda e entrada dos dados relativos às alternativas.

Todas essas etapas são feitas a partir da **tela principal** do WINSINV que é descrita a seguir.

6.1. TELA PRINCIPAL DO WINSINV



Quando o WINSINV é executado, aparece a tela principal mostrada acima.

Ela possui os seguintes componentes:

barra de título: apresenta o título "Sistema de Inventário de Bacias Hidrográficas - SINV" e o nome do arquivo atualmente aberto;

menu principal: apresenta os ítens do menu principal: **Arquivo**, **Local Barrável**, **Projeto**, **Sistema**, **Alternativa**, **Funções**, **Mostra**, e **Ajuda**.

barra de ferramentas: apresenta ícones para a execução de funções e os símbolos relativos aos locais barráveis e segmentos de rio usados para desenhar a topologia da bacia;

área de desenho: inicialmente apresenta apenas uma grade para facilitar o posicionamento dos elementos da topologia;

barras de rolagem horizontal e vertical: permitem a rolagem da tela, permitindo a visualização de topologias extensas;

barra de mensagens: situada na extremidade inferior da tela, apresenta mensagens relativas às funções do programa.

6.2. ENTRADA DA TOPOLOGIA

A entrada da topologia é feita através da tela inicial, apresentada quando o WINSINV é executado.

Essa tela possui uma grade para facilitar o posicionamento dos elementos de topologia. Inicialmente, a grade é composta por 30 linhas e 60 colunas. No entanto, o usuário pode modificar essas dimensões (ver o ítem 10 abaixo). O tamanho mínimo da grade é de 10 linhas por 16 colunas.

Para facilitar o posicionamento do primeiro elemento da topologia, existem quatro marcadores colocados no meio de cada um dos lados da grade.

Para se desenhar a topologia da bacia, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. seleciona-se um elemento de topologia clicando-se com o botão esquerdo do mouse em um dos símbolos da barra de ferramentas que representam os locais barráveis e segmentos de rio, mostrados abaixo;



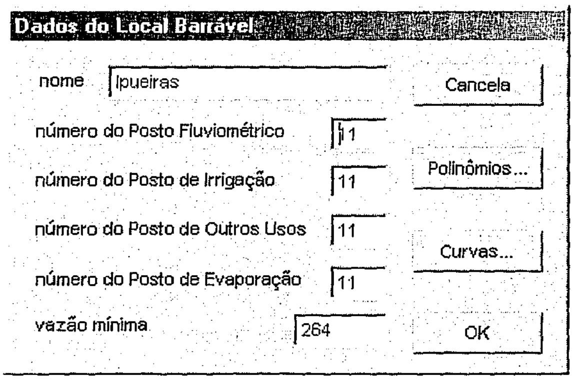
locais barráveis



segmentos de rio

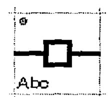
2. clica-se com o botão esquerdo do mouse no local da grade onde se quer posicionar o elemento da topologia selecionado.

3. Se for escolhido um local barrável, aparece então uma caixa de diálogo para a entrada dos dados do local;



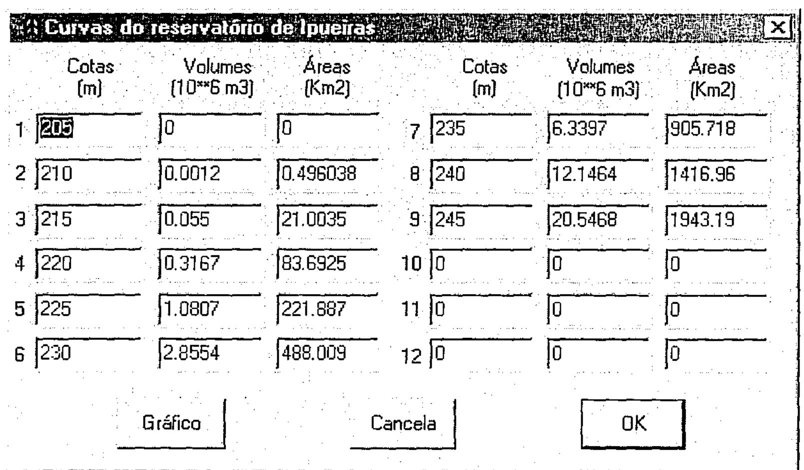
diálogo de entrada dos dados do local barrável

4. entra-se com os números dos postos e clica-se no botão **OK** da caixa de diálogo. A entrada do nome e do número do posto fluviométrico é obrigatória. No canto superior esquerdo é apresentado um ponto indicando que as curvas do local ainda não foram entradas.



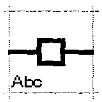
célula do local barrável

5. se se deseja entrar as curvas cota x volume e cota x área relativas ao projeto, clica-se com o botão esquerdo do mouse no botão **Curvas**. Aparece, então, a caixa de diálogo de entrada das curvas onde entra-se os valores das cotas, áreas e volumes do reservatório (de 1 a 12 pontos);



caixa de diálogo das curvas do local barrável

6. Entra-se os valores e encerra-se a operação clicando-se no botão OK. O ponto do canto superior esquerdo da célula do local barrável desaparece.



Para visualizar o gráfico das curvas, clica-se no botão **Gráfico** do diálogo.

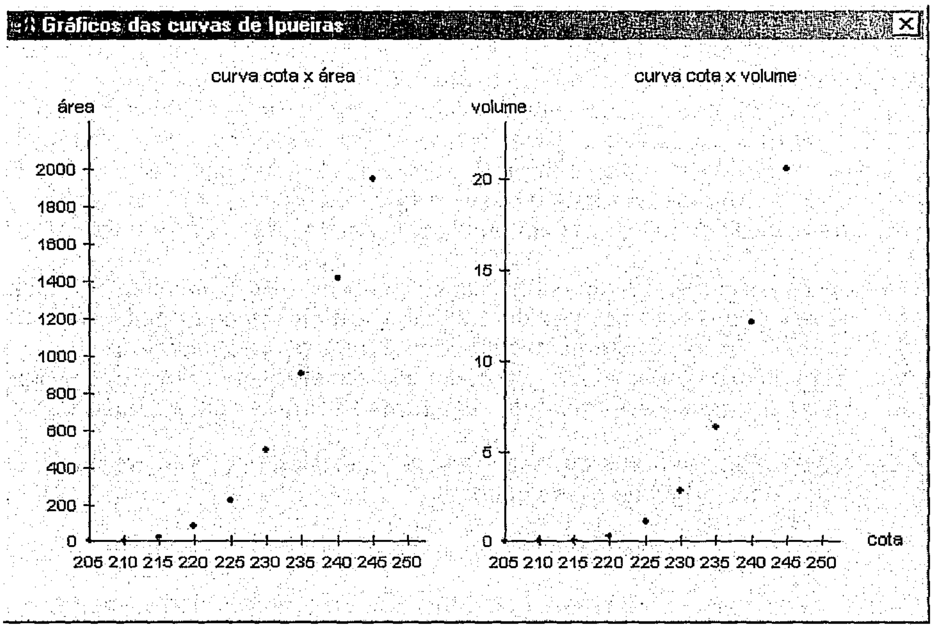


gráfico dos pontos das curvas

notas:

1. os dois diálogos mostrados acima são não-modais (ver ítem 3 acima);

2. se por alguma razão o elemento não puder ser adicionado ao diagrama, aparece uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

   Local impróprio: não é possível adicionar o elemento.

3. o primeiro elemento da topologia deverá ser representado por um dos seguintes símbolos da barra de ferramentas:



Caso isso não aconteça, será apresentada uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

> O primeiro elemento da topologia é representado pelos dois primeiros símbolos de local barrável ou segmento de rio da barra de ferramentas.

O posicionamento do primeiro elemento é interpretado pelo sistema da seguinte forma:

- caso for escolhido um dos dois primeiros símbolos mostrados acima, o sistema verifica se o local clicado está na metade superior da grade ou na metade inferior. Caso esteje na metade superior, o sistema assume que o diagrama irá crescer para baixo, e irá impedir o posicionamento de elemento em cima do primeiro. Se o local clicado estiver na metade inferior direita da grade, o sistema assume que o diagrama irá crescer para cima e não permitirá adicionar elemento em baixo do primeiro;

- se for escolhido um dos dois últimos simbolos acima, o sistema verifica se o local clicado está na metade esquerda, ou na metade direita da grade. No primeiro caso, o sistema assume que o diagrama irá crescer para a direita e impede a colocação de elemento à esquerda do primeiro. No segundo caso, o sistema assume que o diagrama irá crescer para a esquerda e

4. se for entrado um nome de local barrável já existente, aparecerá uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

   Já existe um local barrável com o mesmo nome.

5. se for entrado um número de posto já existente na topologia, aparecerá uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

   Posto já existe.

6. quando se clica em uma célula que já possui um local barrável após ter selecionado um elemento de topologia, aparecerá uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

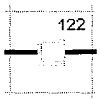
   Posto já possui local barrável.

7. como depois deverão ser entrados os nomes dos projetos associados aos locais barráveis, sugere-se deixar alguns segmentos de rio entre eles. Se necessário, estes segmentos poderão ser eliminados depois.

6.2.1. Para apagar um elemento da topologia:

Pode-se apagar um elemento da topologia utilizando-se o seguinte procedimento:

1. seleciona-se o elemento a ser apagado clicando sobre ele com o botão esquerdo do mouse. A cor do elemento passa do preto para o cinza claro;

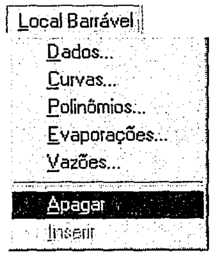


elemento selecionado

2. clica-se no botão de apagar da barra de ferramentas



ou seleciona-se a opção **Apagar** do menu **Local Barrável** e pressiona-se **Enter**.



Aparece, então a seguinte mensagem:

Quer apagar o local barrável?

Clica-se no botão **SIM** para finalizar a operação.

6.2.2. Para inserir um elemento na topologia

Pode-se inserir um elemento a jusante de outro elemento na topologia utilizando-se o seguinte procedimento:

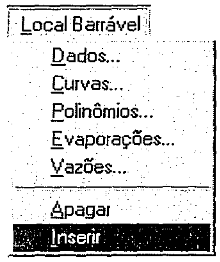
1. seleciona-se o elemento a montante do elemento a ser inserido clicando-se nele com o botão esquerdo do mouse. A cor do elemento passa de preto para cinza claro;

2. seleciona-se na barra de ferramentas o elemento a ser inserido clicando nele com o botão esquerdo do mouse;

3. insere-se o elemento clicando no botão de inserir da barra de ferramentas



ou selecionando a opção **Inserir** no menu **Local Barrável** e pressionando **Enter**.



Caso a inserção seja de um local barrável, aparece a caixa de diálogo de entrada dos números do postos, onde deverá ser digitado o número do novo local.

nota:

Se, por motivos topológicos, não for possível inserir o elemento escolhido, será apresentada uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

Não é possível inserir este elemento.

6.2.3. Entrada/alteração dos números dos postos, curvas e vazão mínima do local barrável

Pode-se entrar / alterar os números dos postos, vazão mínima e as curvas cota x volume e cota x área relativas ao local barrável, utilizando-se o seguinte procedimento:

1. clica-se sobre o local barrável com o botão esquerdo do mouse para selecioná-lo;

2. abre-se a caixa de diálogo de Dados do Local Barrável (mostrada acima), ou selecionando o item **Dados** do menu **Local Barrável** ou clicando com o botão direito do mouse sobre o local, e entra-se com os números dos postos ou vazão mínima;

3. para entrar os pontos das curvas, clica-se com o botão esquerdo do mouse no botão **Curvas** da caixa de diálogo. Aparece, então a caixa de diálogo de entrada das curvas (mostrada acima) onde entra-se os valores das cotas, áreas e volumes do reservatório;

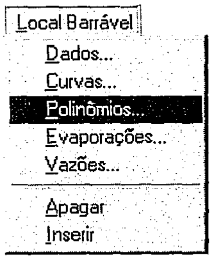
Se deseja-se apenas entrar com as curvas, pode-se, após selecionar o local, escolher o item **Curvas** do menu **Local Barrável.** Aparece então a caixa de diálogo de entrada das curvas.

6.2.4. Para entrar ou editar os polinômios das curvas

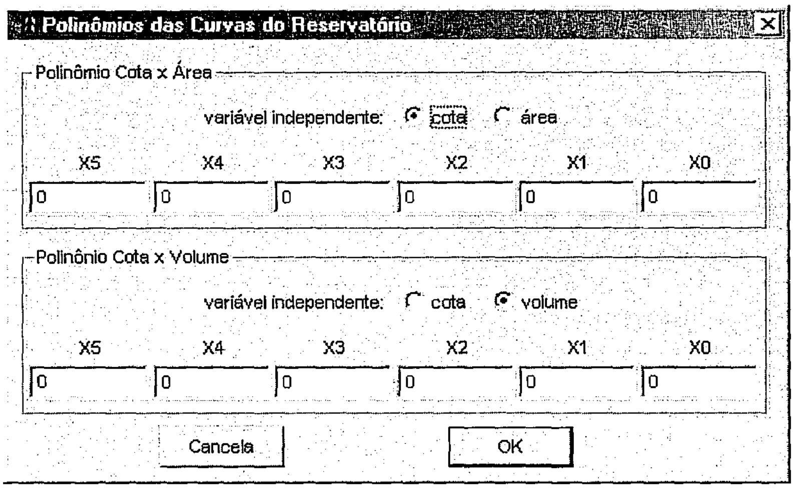
Ao invés de se entrar os pontos das curvas, pode-se entrar ou editar os polinômios das curvas do local barrável através do seguinte procedimento:

1. seleciona-se o local barrável clicando sobre ele com o botão esquerdo do mouse no diagrama de topologia. A cor do local barrável passa de preto para cinza claro;

2. abre-se o menu **Local Barrável** e seleciona-se o ítem **Polinômios.**



Aparece, então a caixa de diálogo de Polinômios das Curvas do Reservatório;



caixa de diálogo de entrada dos polinômios das curvas do local barrável

3. entra-se com o valor dos coeficientes dos polinômios e clica-se no botão **OK**. O sistema calcula os 12 pontos da curva do local barrável que estão entre o nível d'água máximo e mínimo dos projetos do local. Os pontos calculados pelo polinômio substituirão sempre os pontos da curva, não importando a existência de pontos da curva anteriores à entrada dos coeficientes dos polinômios.

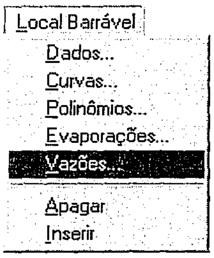
Nota: os pontos das curvas serão recalculados sempre que se entrar um novo projeto para o local barrável. Se deseja-se considerar os pontos das curvas

inseridos manualmente (como descrito nos itens 6.2 e 6.2.3), os coeficientes dos polinômios devem permanecer zerados para o projeto em questão.

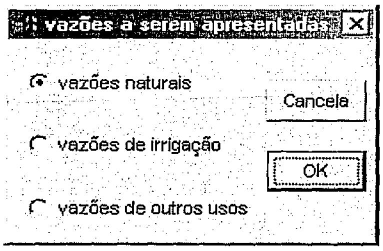
6.2.5. Para visualizar e editar as vazões de um local barrável

Para se visualizar as vazões de um local barrável, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. Seleciona-se o local clicando-se sobre ele com o botão esquerdo do mouse;
2. Escolhe-se o ítem **Vazões** do menu **Local Barrável**.



3. Aparece, então a caixa de diálogo Vazões a Serem Apresentadas;



caixa de diálogo de escolha do tipo das vazões

4. Escolhe-se o tipo das vazões a serem visualizadas e clica-se no botão **OK**. Aparece, então uma caixa de diálogo com as vazões do local.

vazões naturais do posto número 11 - m3/s

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1931	3431	4691	10060	5521	2687	1842	1349	1010	925	1309	2281	2383
1932	3426	4437	3188	1643	893	585	435	317	471	907	1569	2260
1933	3491	3619	3224	2883	1074	689	502	374	409	673	2385	4650
1934	4706	4853	4100	2814	1134	671	488	357	518	422	1336	2539
1935	4785	7303	8096	7460	3555	1883	1365	1026	862	1211	2101	3141
1936	2713	4489	4989	4441	1793	1015	743	580	555	708	1341	2086
1937	2589	3147	3299	2492	1293	649	450	344	277	1060	2475	5255
1938	4693	3992	3209	2036	878	590	435	329	321	541	842	2105
1939	3963	4108	2887	1872	904	579	523	314	566	1300	2007	1995
1940	4134	9079	11100	4886	2677	1821	1300	1005	1080	1230	2375	3310
1941	3439	3892	4509	3881	1325	863	682	482	530	1249	1833	2484
1942	3453	6086	4487	2883	1242	793	593	428	1080	1207	2172	5012
1943	10755	8913	8340	4995	2172	1544	1135	851	795	1329	2880	5178
1944	3936	4948	3904	2813	1147	832	612	466	355	929	1429	3681
1945	8594	9569	9767	9490	5574	2655	1838	1397	1169	2365	3951	6449
1946	6798	5094	4517	2610	1508	848	605	464	519	535	1475	1724
1947	3130	4427	8776	5449	2361	1597	1167	1140	866	1430	2467	4293
1948	4551	3867	4555	2834	1137	829	614	463	515	715	1279	7450
1949	5901	7768	4651	3069	1526	912	656	484	390	600	1231	2045
1950	1962	2256	3680	2509	1100	639	462	373	340	529	1413	1719

Gráfico   OK

caixa de diálogo de apresentação das vazões

5. Para se editar as vazões de um ano, dá-se um clique duplo na linha da caixa de diálogo correspondente ao ano. Aparece, então a caixa de diálogo com as vazões do ano selecionado.

vazões naturais do posto 11 em 1931 - m3/s

jan	fev	mar	abr	mai	jun
3431	4691	10060	5521	2687	1842

jul	ago	set	out	nov	dez
1349	1010	925	1309	2281	2383

Cancela   OK

caixa de diálogo de edição das vazões

6. O usuário pode alterar as vazões. Encerra-se a operação clicando-se no botão **OK**.

O gráfico do histórico de vazões ou das médias mensais pode ser exibido na tela clicando-se no botão **Gráfico** do diálogo.

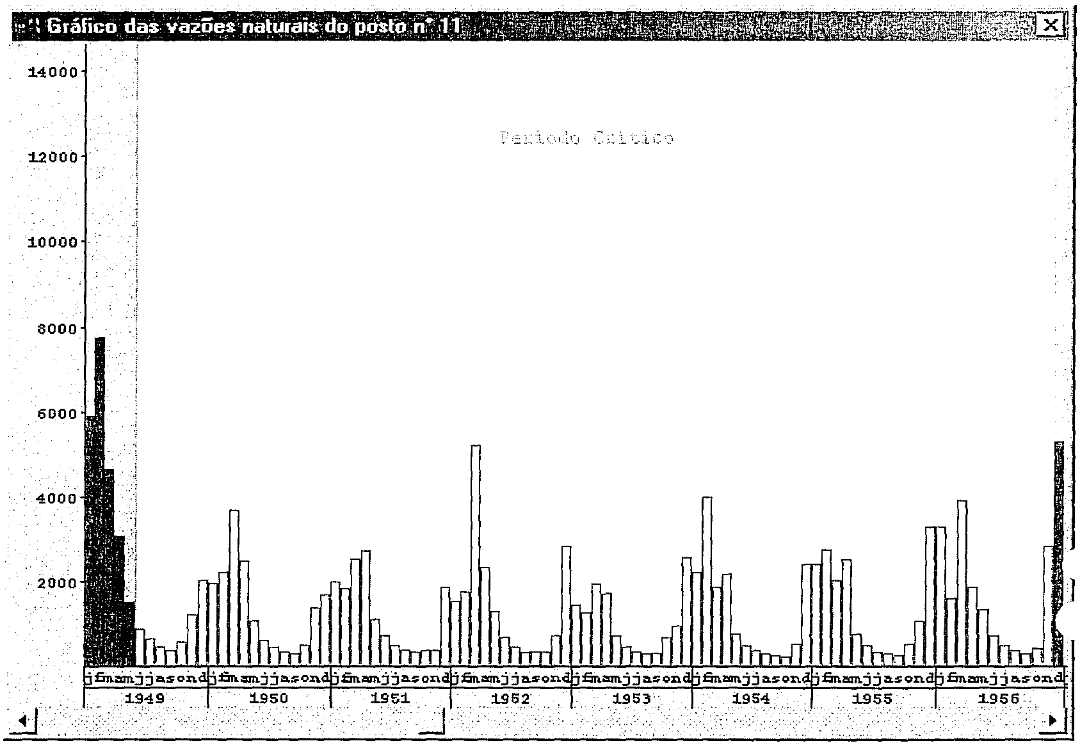


gráfico das vazões

Notas:

- pode-se adicionar mais um ano ao histórico de vazões dando-se um clique duplo com o botão esquerdo do mouse na última linha (referente ao ano posterior ao último ano) da caixa de diálogo das vazões naturais do posto. Aparece, então a caixa de diálogo mostrada acima onde pode-se entrar os valores mensais das vazões. O sistema cria um registro para as vazões do novo ano no arquivo de vazões para todos os 600 postos do arquivo. O usuário deverá entrar os valores das vazões dos outros postos presentes na topologia da bacia em estudo.;

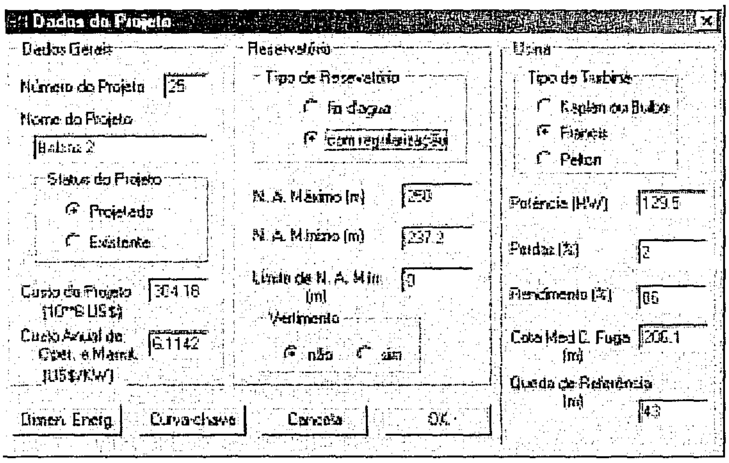
- caso o arquivo de vazões não exista no diretório vazões mas esteja definido como existente nos dados de recursos hídricos, (ver ítem 6.5), o sistema cria um arquivo com um registro onde o usuário pode entrar as vazões para o primeiro ano do histórico. Os anos subsequentes podem ser entrados da maneira descrita acima.

6.2.6. Para visualizar e editar as evaporações de um local barrável

O procedimento para a visualização e edição das evaporações é semelhante ao descrito acima, exceto que não aparece o diálogo de Vazões a Serem Apresentadas.

6.3. ENTRADA DOS DADOS DOS PROJETOS

Para efetuar a entrada de dados dos projetos, utiliza-se a caixa de diálogo mostrada abaixo:



caixa de diálogo dos dados de um projeto

No caso de um local barrável que ainda não possui um projeto, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. clica-se com o botão direito do mouse sobre o local barrável. Aparece então a caixa de diálogo mostrada acima.
2. entra-se com os dados do projeto e clica-se no botão **OK**. O símbolo do local barrável se transforma em um dos símbolos abaixo, de acordo com as características do projeto.

 **projetado, fio d'água**

 **existente, fio d'água**

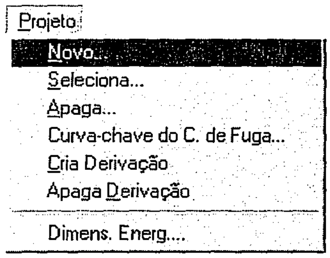
 **projetado, com regularização**

 **existente, com regularização**

Se o local barrável já possuir um ou mais projetos, a entrada de dados é feita com o seguinte procedimento:

1. seleciona-se o local barrável clicando-se com o botão esquerdo do mouse sobre o símbolo associado ao local. A cor do símbolo passa de preto para cinza claro. Se o local possui apenas um projeto, será um dos símbolos de projeto mostrados acima.

2. abre-se o menu **Projeto** e escolhe-se a opção **Novo**. Aparece, então a caixa de diálogo de entrada de dados de projeto;



3. executa-se o procedimento anterior para entrar os dados do novo projeto.

notas:

1. o diálogo Dados do Projeto é não-modal (ver ítem 3 acima);

2. Caso o número ou o nome entrado coincida com o número ou nome de um projeto já existente, irá aparecer uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

   Projeto já existe.

3. Para a entrada de dados nos quadros de diálogo sugere-se o uso da tecla Tab para percorrer os campos e a entrada dos dados através do teclado numérico.

4. **Observação** : o usuário tem duas opções para definir o cálculo do custo de operação e manutenção. A primeira é indicando diretamente esse custo na caixa de diálogo dos Dados de Projeto (ítem 6.3); a segunda opção é fornecendo os coeficientes para o cálculo desse custo, na caixa de diálogo do Sistema de Referência (item 6.4.2). A primeira opção tem preferência sobre a segunda. Se o usuário fornece o custo pela caixa de diálogos de Dados de Projeto (item 6.3), os coeficientes não são considerados. Se o usuário colocar o valor zero no custo de operação e manutenção na caixa de Dados do Projeto (no item 6.3), os coeficientes inseridos na caixa de diálogo do Sistema de Referência serão utilizados.

   Se a Potência Instalada do projeto fornecida for zero, e o Custo de Operação e Manutenção fornecido através da caixa de diálogo de Dados do Projeto for zero, o Custo de Operação e Manutenção será considerado zero pelo sistema para o projeto em questão.

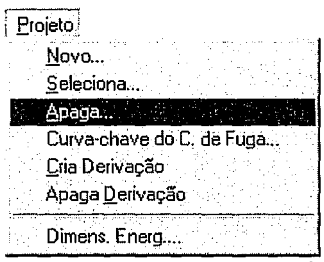
   Se a Potência Instalada do projeto for diferente de zero, o sistema considerará as prioridades já indicadas anteriormente (valor inserido no campo dos Dados de Projeto predominando sobre os coeficientes).

6.3.1. Para apagar um projeto.

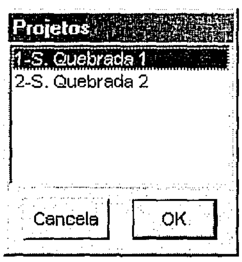
Pode-se apagar um projeto através do seguinte procedimento:

1. seleciona-se o local barrável do projeto clicando-se sobre ele com o botão esquerdo do mouse. O símbolo passa de preto para cinza claro;

2. abre-se o menu **Projeto** e escolhe-se a opção **Apaga**;



3. aparece, então, uma caixa de diálogo com a lista dos projetos do local barrável;



lista dos projetos

4. seleciona-se um projeto clicando-se sobre o seu nome na caixa de diálogo, e depois, no botão **OK**. Aparece, então, uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

Quer apagar o projeto?

5. confirma-se o apagamento clicando no botão **Sim**.

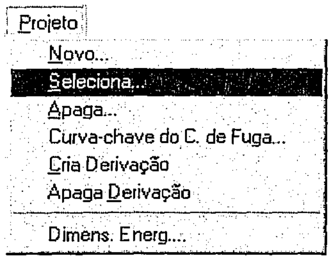
6.3.2. Para alterar os dados de um projeto.

Se o local barrável possui apenas um projeto, pode-se alterar os dados relativos a ele clicando-se em seu local barrável com o botão direito do mouse, editando os campos da caixa de diálogo dos dados do projeto que aparece e finalizando a operação clicando com o botão esquerdo do mouse no botão **OK**. ;

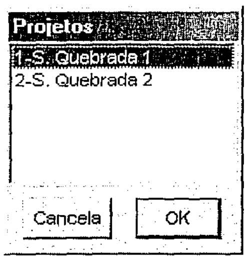
Se o local barrável possui mais de um projeto, executa-se o seguinte procedimento:

1. seleciona-se o local barrável clicando-o com o botão esquerdo do mouse. A cor do símbolo passa de preto para cinza claro;

2. abre-se o menu **Projeto** e escolhe-se a opção **Seleciona**.



3. aparece, então, uma caixa de diálogo com a lista dos projetos do local barrável;



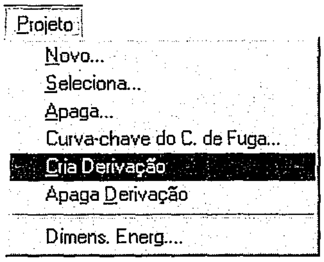
4. seleciona-se o projeto clicando-se sobre seu nome na caixa de diálogo com o botão esquerdo do mouse, e depois, confirmando a seleção clicando no botão **OK**. Aparece, então, a caixa de diálogo com os dados do projeto que poderá ser editada. Finaliza-se a operação clicando-se no botão **OK**.

6.3.3. Para definir a derivação de um projeto

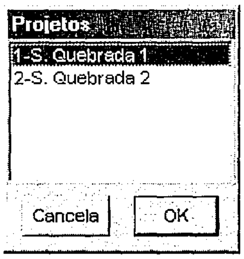
Se deseja-se definir a derivação de um projeto, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. seleciona-se o local barrável clicando-o com o botão esquerdo do mouse. A cor do símbolo passa de preto para cinza claro;

2. abre-se o menu **Projeto** e escolhe-se a opção **Cria Derivação**.



3. aparece, então, uma caixa de diálogo com a lista dos projetos do local barrável;



4. seleciona-se o projeto clicando-se sobre seu nome na caixa de diálogo com o botão esquerdo do mouse, e depois, confirmando a seleção clicando no botão **OK**.

5. desenha-se no diagrama a derivação clicando-se primeiro no local barrável onde está o projeto e a seguir na linha verde onde a casa de força será situada. Para evitar que o desenho do canal de derivação cruze o diagrama da topologia, pode-se inserir entre o início e o fim do canal linhas clicando-se em células que não contenham elementos de topologia.

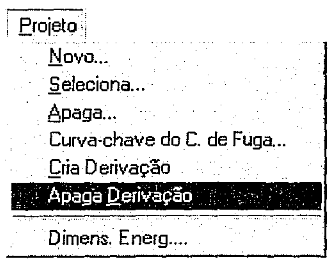
Nota: Quando se insere ou se apaga um elemento de topologia, pode ser necessário apagar e redefinir a derivação para manter a coerência do desenho.

6.3.4. Para apagar uma derivação.

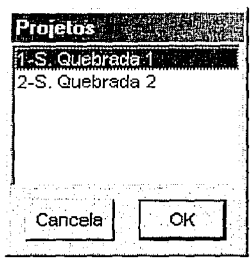
Pode-se apagar uma derivação de um projeto através do seguinte procedimento:

1. seleciona-se o local barrável do projeto clicando-se sobre ele com o botão esquerdo do mouse. O símbolo passa de preto para cinza claro;

2. abre-se o menu **Projeto** e escolhe-se a opção **Apaga Derivação**;



3. aparece, então, uma caixa de diálogo com a lista dos projetos do local barrável;



lista dos projetos

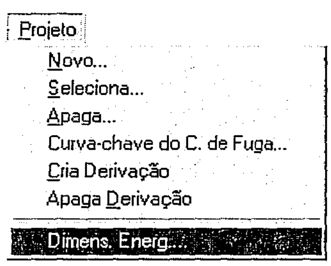
4. seleciona-se um projeto clicando-se sobre o seu nome na caixa de diálogo, e depois, no botão **OK**. A derivação é, então, apagada.

6.3.5. Para visualizar os dados de dimensionamento energético do projeto

Estes dados podem ser visualizados executando-se o seguinte procedimento:

1. seleciona-se o local barrável do projeto clicando-se sobre ele com o botão esquerdo do mouse. O símbolo passa de preto para cinza claro;

2. abre-se o menu **Projeto** e escolhe-se a opção **Dimens. Energ**;



3. aparece, então, uma caixa de diálogo com a lista dos projetos do local barrável;

    lista dos projetos

4. seleciona-se um projeto clicando-se sobre o seu nome na caixa de diálogo, e depois, no botão **OK**. Aparece, então, a caixa de diálogo que mostra os dados de dimensionamento energético do projeto.

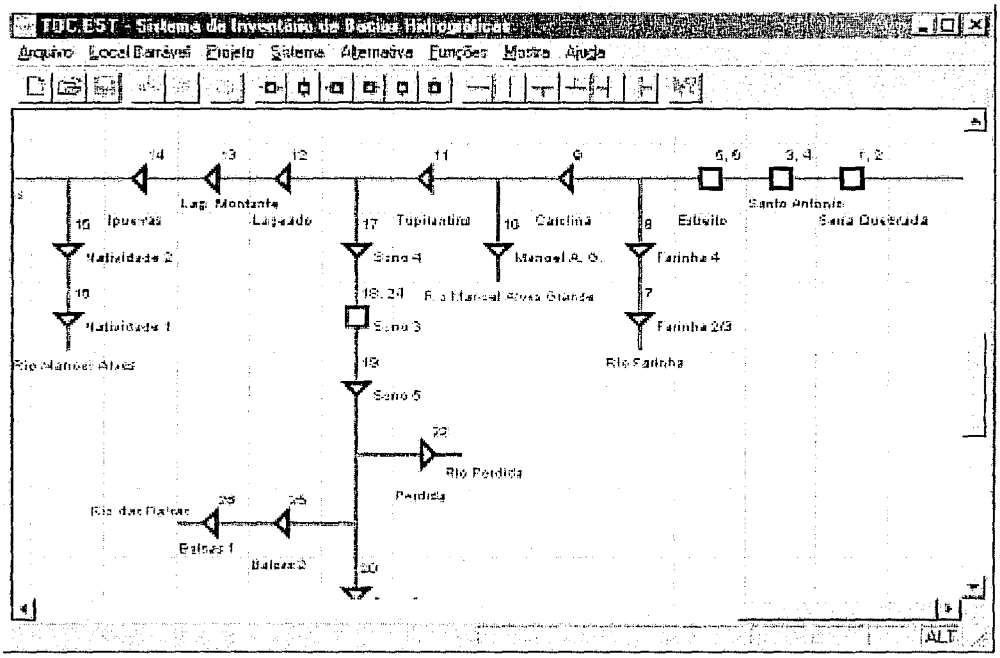
São Januário II - resultados do dimensionamento energético

Conjunto	Alternativa	Altura de Ref. (m)	N. A. Min. (m)	Vol. Util (10**6 m3)	Pot. Inst. (MW)	Vaz. Nom. (m3/s)
Originais Preliminares						
	alt2	107.8	510.0	1930.0	382.9	411.5
	alt3	107.8	510.0	1930.0	384.1	412.7
	alt1	107.8	510.0	1930.0	384.1	412.7
	Dimensionamento Final	107.8	510.0	1930.0	384.1	412.7
Originais Finais						
	alt2 ome1_OF	107.8	510.0	1930.0	383.4	411.9
	alt3 ome_OF	107.8	510.0	1930.0	384.1	412.7
	Dimensionamento Final	107.8	510.0	1930.0	384.1	412.7

OK

Alternativamente, pode-se abrir o diálogo de **Dados do Projeto** (ver ítem 6.3.2 acima) e clicar no botão **Dimension. Energ.**

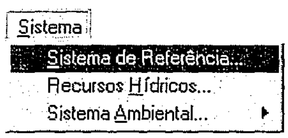
A figura abaixo mostra um exemplo de tela após o desenho da topologia, a entrada das curvas e a entrada dos dados dos projetos.



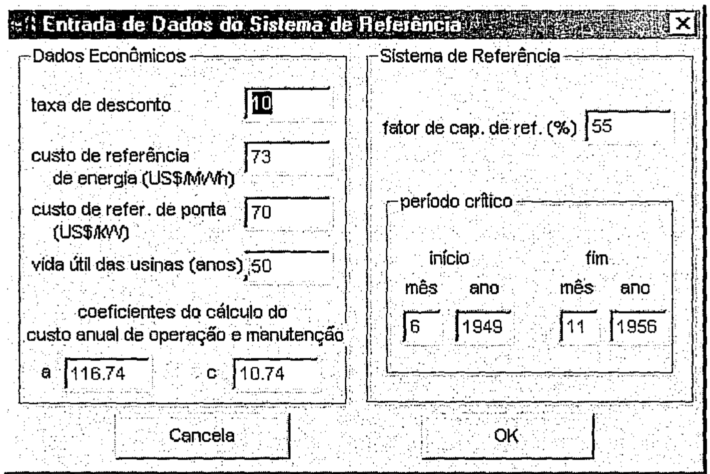
6.4. ENTRADA DOS DADOS DO SISTEMA DE REFERÊNCIA

Para se efetuar a entrada dos dados relativos ao Sistema de Referência, usa-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Sistema** e escolhe-se a opção **Sistema de Referência**;



2. aparece, então a caixa de diálogo de entrada de dados do Sistema de Referência;



caixa de dialogo dos dados de Sistema de Referência

5. entra-se com os dados nos campos da caixa de diálogo e finaliza-se a operação clicando-se com o botão esquerdo do mouse no botão **OK**.

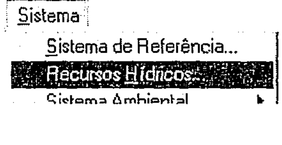
6. **Observação** : o usuário tem duas opções para definir o cálculo do custo de operação e manutenção. A primeira é indicando diretamente esse custo na caixa de diálogo dos Dados de um Projeto (ítem 6.3), a segunda opção é fornecendo os coeficientes para o cálculo desse custo, na caixa de diálogo entrada de dados do Sistema de Referência (item 6.4.2, acima). A primeira opção tem preferência sobre a segunda. Se o usuário fornece o custo pela caixa de diálogos de Dados de um Projeto (item 6.3), os coeficientes não são considerados. Se o usuário colocar o valor zero no custo de operação e manutenção na caixa de Dados do Projeto (no item 6.3), os coeficientes inseridos na caixa do Sistema de Referência serão utilizados .

Para alterar qualquer dado, basta repetir o procedimento.

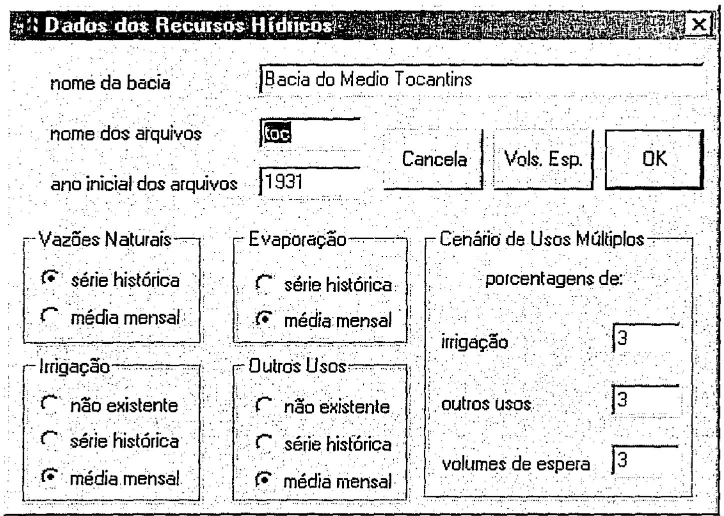
6.5. ENTRADA DOS DADOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

Para entrar os dados relativos aos Recursos Hídricos efetua-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Sistema** e escolhe-se a opção **Recursos Hídricos**;



2. aparece, então a caixa de diálogo de entrada dos Dados dos Recursos Hídricos;



caixa de diálogo de entrada dos dados dos Recursos Hídricos

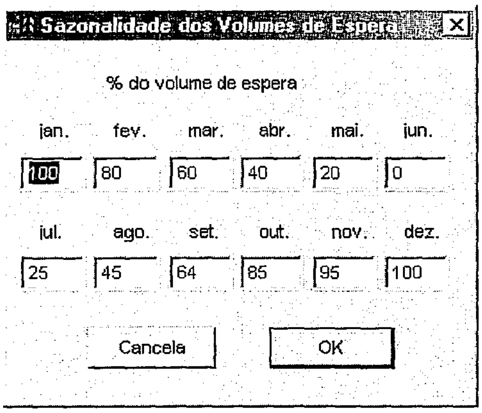
3. entra-se com os dados nos campos da caixa de diálogo e finaliza-se a operação clicando-se com o botão esquerdo do mouse no botão **OK**.

nota: no campo **nome dos arquivos** deve-se entrar apenas o nome dos arquivos sem extensão, pois o SINV e o PREENC irão utilizar as extensões padronizadas .vaz, .irg, .ret e .evp.

6.5.1. Entrada da Sazonalidade dos Volumes de Espera

Para entrar os valores de sazonalidade dos volumes de espera efetua-se o seguinte procedimento:

1. clica-se no botão **Vols. Esp.** da caixa de diálogo de entrada dos Dados dos Recursos Hídricos, descrito acima. Aparece, então a caixa de diálogo de entrada da Sazonalidade dos Volumes de Espera;



caixa de diálogo de entrada da Sazonalidade dos Volumes de Espera

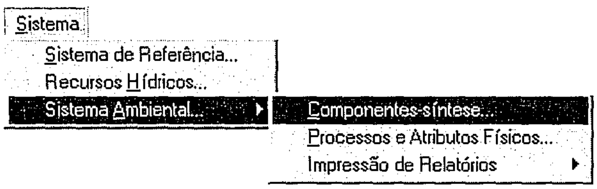
2. entra-se com as porcentagens nos campos da caixa de diálogo e finaliza-se a operação clicando-se com o botão esquerdo do mouse no botão **OK**.

6.6. ENTRADA DOS DADOS DO SISTEMA AMBIENTAL

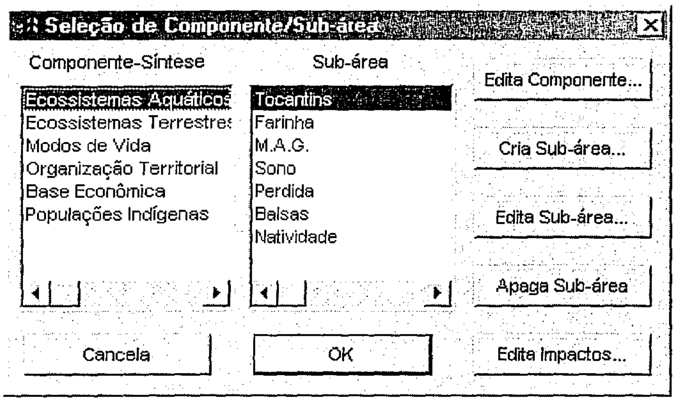
6.6.1. Entrada dos Dados dos Componentes-síntese

Para entrar os dados relativos aos Componentes-síntese,efetua-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Sistema** e escolhe-se a opção **Sistema Ambiental**;



2. para se entrar os dados relativos aos Componentes-síntese, clica-se no ítem **Componentes-síntese** do sub_menu. Aparece, então a caixa de diálogo de Seleção de Componente/Sub-área;



caixa de diálogo de Seleção de Componente/Sub-área

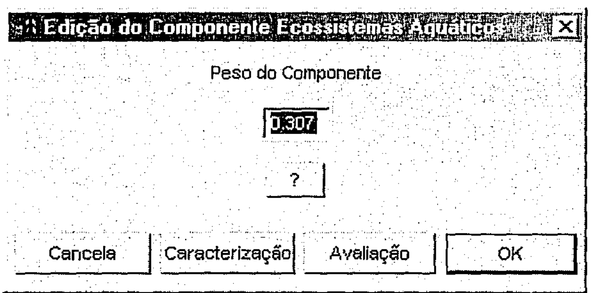
Esta caixa apresenta inicialmente os componentes-síntese default.

Clica-se em um dos botões para executar um dos procedimentos descritos abaixo.

6.6.2. Edição de Componente-síntese

Para se alterar os dados relativos a um componente síntese, utiliza-se o seguinte procedimento:

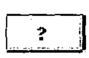
1. na caixa de diálogo de Seleção de Componente/Sub-área, clica-se no nome do componente a ser editado e depois no botão **Edita Componente**;
2. aparece uma caixa de diálogo



diálogo de Edição de Componente

onde o usuário pode, então, entrar ou alterar o peso do Componente;

3. para se entrar ou alterar a justificativa do peso, clica-se no botão



aparece, então, uma caixa de diálogo onde o usuário pode editar a justificativa;

4. para se entrar ou alterar os Elementos de Caracterização ou Avaliação do Componente, clica-se no botão correspondente (**Caracterização** ou **Avaliação**). Aparece, então, uma caixa de diálogo onde o usuário pode entrar ou alterar o texto a eles correspondente.

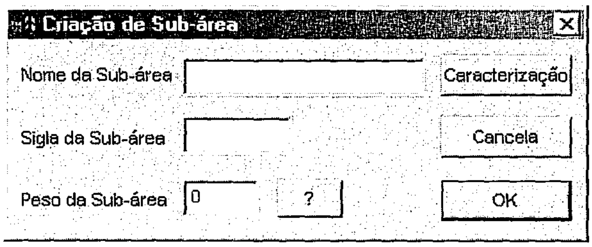
5. finaliza-se a operação clicando-se no botão **OK**.

6.6.3. Criação de Sub-área

Pode-se criar uma Sub-área em um Componente através do seguinte procedimento:

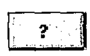
1. na caixa de diálogo de Seleção de Componente/Sub-área, clica-se no nome do Componente ao qual se quer adicionar a Sub-área;

2. clica-se no botão **Cria Sub-área**. Aparece, então, a seguinte caixa de diálogo:



diálogo de Criação de Sub-área

3. entra-se com o nome da Sub-área, sua sigla e o seu peso. A entrada do nome é obrigatória. Deve-se entrar com a justificativa do peso clicando-se no botão



4. para se entrar com os Elementos de Caracterização da Sub-área, clica-se no botão **Caracterização**. Aparece, então, uma caixa de diálogo onde o usuário deve entrar com um texto que contenha os elementos de caracterização utilizados no estudo.

5. finaliza-se a operação clicando-se no botão **OK**.

6.6.4. Edição de Sub-área

Para a edição dos dados de uma sub-área, utiliza-se um procedimento análogo ao descrito acima.

6.6.5. Apagamento de Sub-área

Pode-se apagar uma Sub-área através do seguinte procedimento:

1. na caixa de diálogo de Seleção de Componente/Sub-área, clica-se no nome do Componente que contêm a Sub-área, e depois no nome da Sub-área a ser apagada;

2. clica-se no botão Apaga Sub-área. Aparece, então, uma caixa de diálogo para o usuário confirmar o apagamento;

3. o usuário confirma ou cancela o apagamento, finalizando a operação.

6.6.6. Entrada e edição dos Impactos Ambientais dos projetos

Para se entrar ou editar os Impactos Ambientais dos projetos em um Componente-síntese, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. na caixa de diálogo de Seleção de Componente/Sub-área, clica-se no nome do Componente e depois no botão **Edita Impactos**.

2. o sistema apresenta, então a seguinte caixa de diálogo

Impactos no Componente Modos de Vida

Sub-áreas	MV1	MV1a	MV2	MV3	MV3a	MV4	MV4a	MV5	MV6
Pesos	0.137	0.137	0.045	0.136	0.136	0.136	0.136	0.076	0.061
Projetos									
S. Quebrada 1	0.80								
S. Quebrada 2	0.90								
S. Antonio 1	0.78								
S. Antonio 2	0.88								
Estreito 1	0.90			0.85					
Estreito 2	0.95			0.85					
Farinha 2/3	0.39								
Farinha 4	0.39								
Carolina	0.60		0.65	0.79					
Manoel A. G.	0.40		0.50						
Tupirantins		0.90	0.10	0.60				0.05	
Lageado				0.40	0.70	0.79			
Lag. Montante					0.70	0.79			
Ipueiras					0.79		0.60		0.40
Natividade 2									0.59
Natividade 1									0.59
Sono 4		0.79							
Sono 3A		0.40	0.05						
Sono 5		0.05	0.30						
Sono 2			0.10						
Sono 1			0.05						
Perdida									
Novo			0.05						
Sono 3B		0.79	0.10						
Balsas 2			0.10						0.10

Cancela OK

diálogo de Listagem dos Impactos dos Projetos em um Componente

onde:

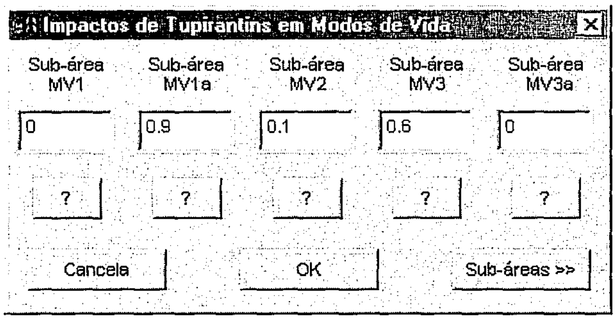
- a primeira linha apresenta o nome das Sub-áreas do Componente-síntese;

- a segunda, os pesos das Sub-áreas;
- e da quarta linha em diante, o nome dos projetos e os seus impactos em cada Sub-área.

Caso haja mais que cinco Sub-áreas, pode-se rolar a tela para a direita, e as outras Sub-áreas irão aparecer.

No caso acima, foram entrados os impactos do projeto Santo Onofre.

3. Para se entrar ou editar os graus de impacto de um projeto nas Sub-áreas do Componente, basta dar um clique duplo na linha do projeto. Aparece então a seguinte caixa de diálogo

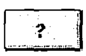


diálogo de Entrada/Edição dos Impactos em um Componente

onde o usuário pode entrar com os graus de impacto do projeto nas Sub-áreas do Componente.

Os valores dos impactos são inicializados com o valor de -1. Após a entrada, os valores deixados em -1 pelo usuário são transformados em zero, indicando que o projeto não impacta a Sub-área.

O usuário poderá tambem entrar com as justificativas dos graus de impacto clicando no botão



Aparece, então, uma caixa de diálogo onde o usuário poderá entrar com o texto das justificativas para o grau atribuído, levando em conta os elementos de avaliação utilizados na análise.

Caso haja mais de cinco Sub-áreas, o usuário deverá clicar no botão

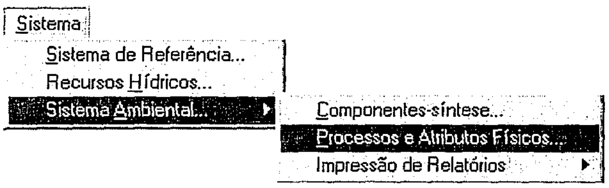


para ter acesso às caixas de edição de entrada dos impactos dessas Sub-áreas.

4. Encerra-se a operação clicando-se no botão **OK** das duas caixas de diálogo mencionadas acima.

6.6.7. Entrada da Caracterização dos Processos e Atributos Físicos

Para entrar a Caracterização dos Processos e Atributos Físicos, clica-se no ítem correspondente do sub-menu;



Aparece, então, uma caixa de diálogo onde se pode entrar o texto da caracterização.

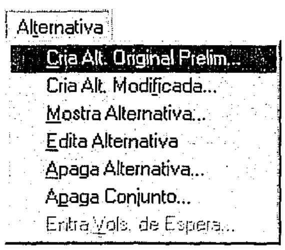
nota: os diálogos acima são não-modais (ver ítem 3 acima).

7. ALTERNATIVAS DE DIVISÃO DE QUEDA

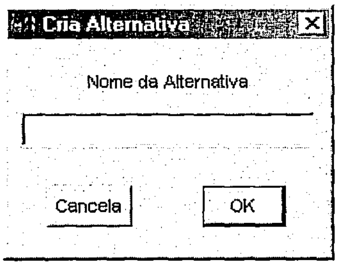
7.1. Criação de Alternativa Original Preliminar

Para se criar uma alternativa original preliminar utiliza-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Alternativa** e escolhe-se a opção **Cria Alt. Original Prelim**;



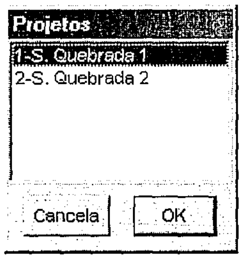
2. aparece, então uma caixa de diálogo para a entrada do nome da alternativa.



Quando se clica no botão OK, o sistema apresenta o diagrama da topologia da bacia, onde serão escolhidos os projetos que irão compor a Alternativa;

3. clica-se nos locais barráveis cujos projetos farão parte da alternativa. A cor do símbolo do local passa de preto para cinza claro;

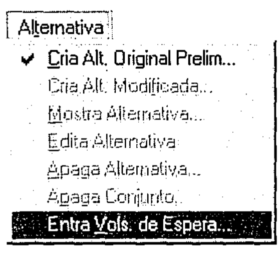
4. se o local barrável possui mais de um projeto, aparece uma caixa de diálogo com a lista deles. Seleciona-se um clicando-se sobre o seu nome na lista e depois no botão **OK**;



5. para se entrar os volumes de espera máximo do projeto, antes de selecioná-lo clica-se no botão **VOL ESP** da barra de ferramentas.

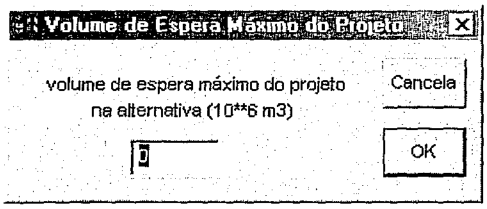


Pode-se tambem abrir o menu **Alternativa** e escolher o ítem **Entra Vols. de Espera.**



A entrada dos volumes de espera fica ativada até que se clique novamente no botão **VOL ESP** ou se selecione o ítem de menu correspondente.

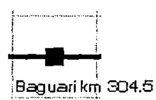
Aparece, então uma caixa de diálogo para a entrada do volume de espera máximo do projeto para a alternativa



caixa de diálogo de entrada do volume de espera máximo

onde entra-se com o seu valor. Finaliza-se a operação clicando-se no botão **OK**.

6. após a escolha de todos os projetos componentes da alternativa, finaliza-se a operação abrindo-se novamente o menu **Alternativa** e escolhendo a opção **Cria Alt. Original Prelim**. O Sistema mostra, então, a alternativa que foi criada. Os locais barráveis onde não foi escolhido um projeto são apresentados com o símbolo mostrado abaixo, junto com o seu nome.



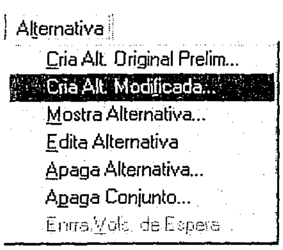
símbolo de um local barrável de alternativa sem projeto

6. clica-se em qualquer lugar da tela com o botão esquerdo do mouse. O sistema apresenta, então, um diálogo onde se pode entrar com o texto de descrição da alternativa.

7.2. Criação de Alternativa Modificada

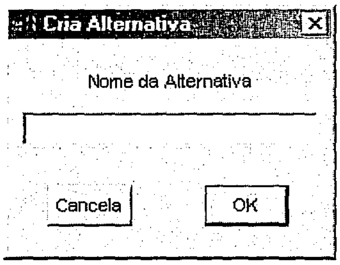
Pode-se criar uma Alternativa Modificada através do seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Alternativa** e escolhe-se a opção **Cria Alt. Modificada**;



2. aparece, então, a caixa de diálogo onde pode-se escolher, no conjunto de Originais Preliminares ou no de Originais Finais, a alternativa a ser modificada;

3. após a escolha da alternativa, aparece o seguinte diálogo:



4. entra-se com o nome da nova alternativa e clica-se no botão OK;

5. o sistema apresenta, então o diagrama da alternativa a ser modificada na tela. Pode-se aí efetuar as seguintes operações:

   - exclui-se um projeto da alternativa clicando-se sobre ele com o botão esquerdo do mouse. O símbolo do projeto excluído se transforma no símbolo de local barrável de alternativa sem projeto;

   - inclui-se um projeto na alternativa clicando-se sobre o seu local barrável (local barrável de alternativa sem projeto) com o botão esquerdo do mouse. Se o local possuir mais de um projeto, aparece a caixa de diálogo de escolha de projeto. Se a entrada de volume de espera máximo estiver ativada aparece a caixa de diálogo correspondente;

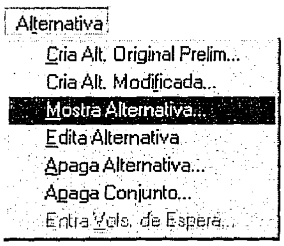
6. encerra-se a operação clicando-se novamente no ítem **Cria Alt. Modificada** do menu **Alternativa.** O Sistema apresenta na tela o diagrama da alternativa criada;

7. clica-se em qualquer lugar da tela. O sistema apresenta uma caixa de diálogo onde se pode entrar com um texto de descrição da alternativa.

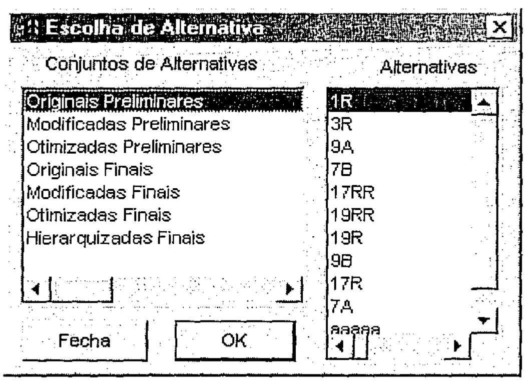
7.3. Para visualizar uma alternativa

Pode-se visualizar uma alternativa usando-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Alternativa** e escolhe-se a opção **Mostra Alternativa**;

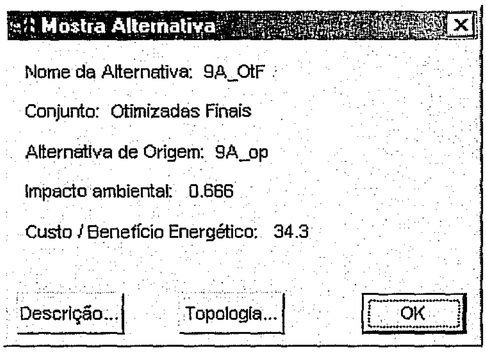


2. aparece, então, uma caixa de diálogo com a lista das alternativas de divisão de queda da bacia. Escolhe-se o conjunto de alternativas dando-se um clique sobre seu nome e uma de suas alternativa clicando sobre o seu nome e depois no botão **OK** com o botão esquerdo do mouse (ou escolhe-se um conjunto com um clique e depois uma de suas alternativas com um clique duplo);



diálogo de Seleção de Alternativa

3. Após a seleção o sistema apresenta a seguinte caixa de diálogo:



4. Caso se deseje visualizar a descrição da alternativa, clica-se no botão **Descrição**. Aparece uma caixa de diálogo contendo a descrição da alternativa;

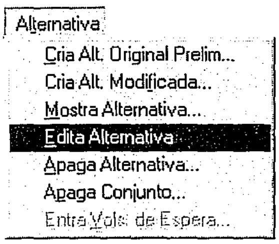
5. caso se deseje visualizar a topologia da alternativa, clica-se no botão **Topologia**. Aparece na tela o diagrama da alternativa, contendo a sua topologia e os projetos que a compõem;

6. para voltar ao diagrama da topologia da bacia clica-se com o botão esquerdo do mouse em qualquer lugar da tela.

7.4. Para editar uma alternativa

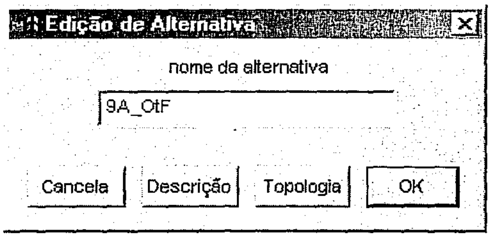
Pode-se editar uma alternativa através do seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Alternativa** e escolhe-se a opção **Edita Alternativa**;



2. aparece, então, a caixa de diálogo onde pode-se escolher a alternativa a ser editada;

3. após a escolha da alternativa, o sistema apresenta a seguinte caixa de diálogo:



onde se pode alterar o nome da alternativa;

4. se se deseja editar a descrição da alternativa clica-se no botão **Descrição.** Aparece, então, uma caixa de diálogo com o texto da descrição a ser editado.

5. se se deseja editar o diagrama da alternativa clica-se no botão Topologia. Aparece, então, o diagrama da alternativa na tela. Pode-se aí efetuar as seguintes operações:

   - exclui-se um projeto da alternativa clicando-se sobre ele com o botão esquerdo do mouse. O símbolo do projeto excluído se transforma no símbolo de local barrável de alternativa sem projeto;

   - inclui-se um projeto na alternativa clicando-se sobre o seu local barrável (local barrável de alternativa sem projeto) com o botão esquerdo do mouse. Se o local possuir mais de um projeto, aparece a caixa de diálogo de escolha de projeto. Se a entrada de volume de espera máximo estiver ativada aparece a caixa de diálogo correspondente;

4. encerra-se a operação clicando-se novamente no ítem **Edita Alternativa** do menu **Alternativa**. Aparece, então uma caixa de diálogo que apresenta as seguintes opções:

   - **Substitui**: a alternativa escolhida para edição é substituída pela alternativa editada, mantendo o mesmo nome;

   - **Salva**: a alternativa editada é incluída no conjunto com o nome entrado no campo "nome da nova alternativa";

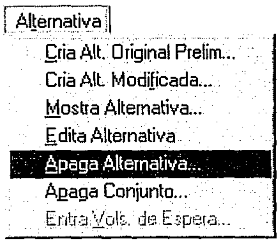
   - **Continua**: continua a edição da alternativa;

   - **Cancela**: cancela a edição da alternativa.

7.5. Para apagar uma alternativa

Apaga-se uma alternativa usando-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Alternativa** e escolhe-se a opção **Apaga Alternativa**;



2. aparece, então uma caixa de diálogo com a lista das alternativas de divisão de queda da bacia, como no item 2 acima;

3. escolhe-se a alternativa e clica-se no botão **OK**. Aparece então uma caixa de diálogo com a seguinte mensagem:

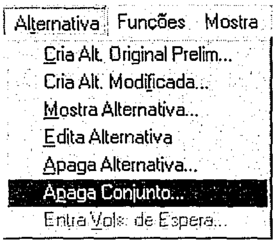
   Quer apagar a alternativa?

4. confirma-se o apagamento clicando-se no botão **Sim**.

7.6. Para apagar um conjunto de alternativas

Pode-se apagar todas as alternativas de um conjunto através do seguinte procedimento:

1. Abre-se o menu **Alternativa** e escolhe-se a opção **ApagaConjunto**;



2. aparece, então uma caixa de diálogo com a lista das alternativas de divisão de queda da bacia, como no item 2 acima;

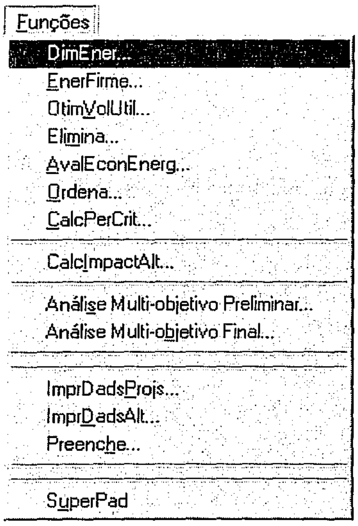
3. escolhe-se o conjunto a ser apagado clicando-se sobre ele com o botão esquerdo do mouse e depois no botão **OK**. O Sistema apresenta, então, a seguinte mensagem:

   Quer apagar as alternativas do conjunto?

4. confirma-se o apagamento clicando-se no botão **OK**.

8. EXECUÇÃO DE FUNÇÕES

As funções a serem executadas pelo SINV, descritas no Capítulo 3, e do programa PREENC estão no menu **Funções**. Podem ser escolhidas abrindo-se este menu e clicando-se sobre uma delas com o botão esquerdo do mouse.



A seguir serão descritas as seqüências e opções de execução de cada uma das funções.

notas:

1. a execução das funções EnerFirme, Elimina, Ordena, AvalEconEnerg, OtimVolUtil ,CalcPerCrit e CalcImpAlt dependem das seguintes condições:

   - existir uma topologia;

   - existir uma alternativa;

   - os dados do Sistema de Referência estarem preenchidos;

   - o nome da bacia ter sido entrado;

   - o nome do arquivo de vazões e o ano inicial do registro de vazões terem sido entrados.

   Caso estas condições não forem prenchidas os ítens do menu **Funções** ficarão desativados.

2. no caso da função AvalEconEnerg, o item de menu que a ela corresponde será ativado se, além das condições acima, existir mais de uma alternativa.

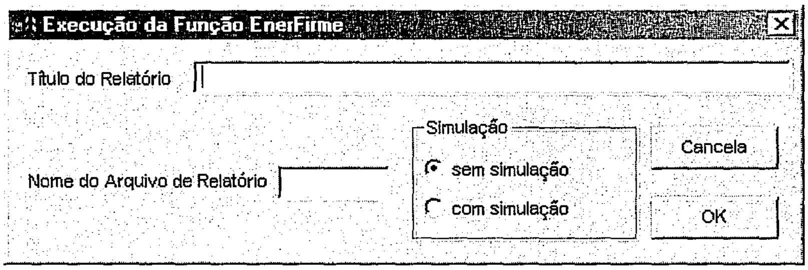
8.1. DimEner

O procedimento para a execução da função DimEner é o mesmo que o da função EnerFirme mostrado abaixo, exceto que não é apresentada a caixa de diálogo de opção de relatório. A função é executada usando todas as alternativas do conjunto selecionado no diálogo **Escolha de Alternativa.**

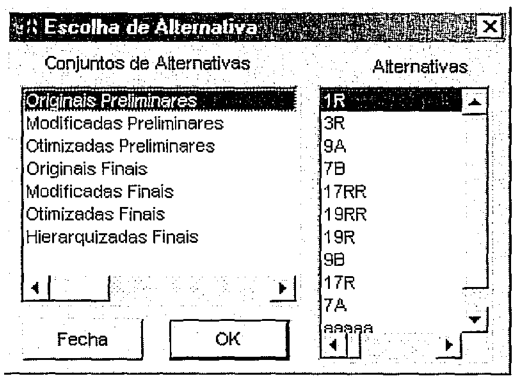
8.2. EnerFirme

Para se executar a função EnerFirme, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. inicialmente aparece a seguinte caixa de diálogo:



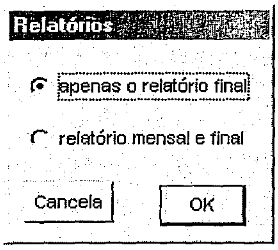
2. se a opção **sem simulação** fôr escolhida, aparece a caixa de diálogo com a lista das alternativas.



Escolhe-se uma alternativa clicando-se sobre o seu conjunto e depois sobre seu nome com o botão esquerdo do mouse. A operação é finalizada clicando-

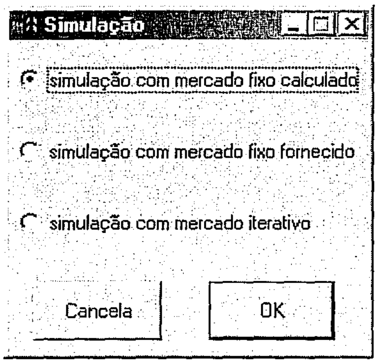
se da mesma forma no botão **OK**, e a função EnerFirme sem simulação é executada;

3. caso se escolha a opção **com simulação**, aparece a caixa de diálogo de seleção do relatório a ser emitido:

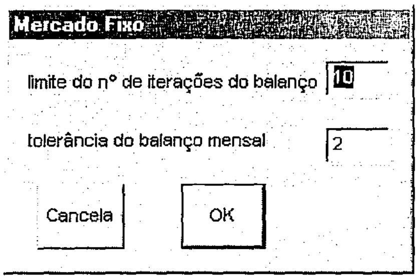


Escolhe-se um dos tipos de relatório e clica-se no botão **OK.**

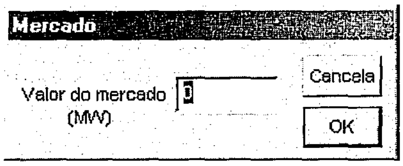
4. Aparece, então a caixa de diálogo de seleção do tipo de simulação:



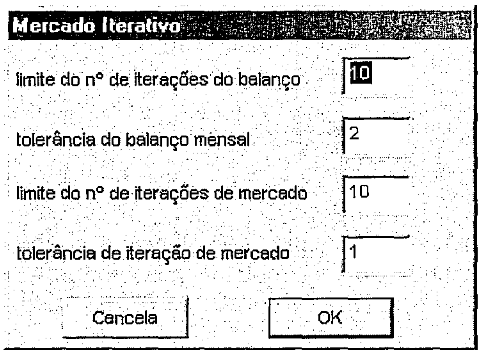
4. 1. se for escolhido a opção de **simulação com mercado fixo calculado**, é exibida a caixa de diálogo para a entrada dos valores de **limite de iteração do balanço** e a **tolerância de iteração do balanço mensal**;



4. 2. se for escolhida a opção de **simulação com mercado fixo fornecido**, além dessa caixa de diálogo é apresentada uma outra para a entrada **do valor do mercado**;



4.3. se for escolhida a opção de **simulação com mercado iterativo**, será apresentada a caixa de diálogo para a entrada dos **limites do nº de iterações** do balanço e do mercado e das **tolerâncias de iteração**;



5. finalmente é apresentada a caixa de diálogo com a lista das alternativas, como no item 2 acima. Escolhe-se uma delas como descrito anteriormente e clica-se no botão **OK**. A função EnerFirme com simulação é executada.

8.3. Elimina

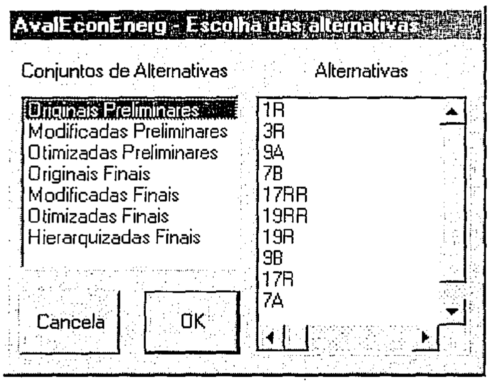
O procedimento para a execução da função Elimina é o mesmo que o da função EnerFirme exceto que não é apresentada a caixa de diálogo de opção de relatório.

Após a execução do SINV, o sistema apresenta a alternativa com os índices custo / benefício dos projetos, estando em vermelho aqueles que forem maiores que o Custo de Referência de Energia. O usuário poderá eliminar os projetos da alternativa clicando sobre eles com o botão esquerdo do mouse, e finalizando a operação pela escolha do ítem **Elimina** do menu **Funções.** O Sistema apresenta, então, a alternativa com os projetos eliminados.

8.4. AvalEconEnerg

Para se executar a função AvalEconEnerg, utiliza-se o seguinte procedimento:

1. preenche-se o diálogo do item 1 da função EnerFirme;
2. aparece, então a caixa de diálogo de seleção das alternativas da funçãoAvalEconEnerg. Ela permite a seleção de mais de uma alternativa usando o mouse e as teclas Shift e Ctrl.



Para se selecionar alternativas contíguas, seleciona-se a primeira clicando sobre ela com o botão esquerdo do mouse, pressiona-se e mantem-se pressionada a tecla Shift, e clica-se sobre a última alternativa a ser selecionada.

Para selecionar alternativas não contíguas, pressiona-se e mantem-se pressionada a tecla Ctrl e clica-se sobre as alternativas que se quer selecionar.

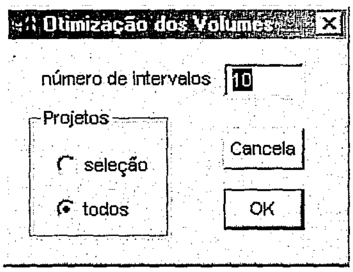
3. clica-se no botão **OK**. Se a opção sem simulação foi selecionada, a função AvalEconEnerg é executada;
4. se a opção com simulação foi selecionada, efetua-se os passos 4.1, 4.2 e 4.3 descritos acima na função Enerfirme. A função AvalEconEnerg é então executada.

8.5. Ordena

O procedimento para a execução da função Ordena é o mesmo que o da função EnerFirme exceto que não é apresentada a caixa de diálogo de opção de relatório.

8.6. OtimVolUtil

O procedimento para a execução da função OtimVolUtil é o mesmo que o da função EnerFirme, exceto que não é apresentada a caixa de diálogo de opção de relatório e, após a seleção da alternativa, é apresentada a seguinte caixa de diálogo:



O usuário pode entrar com o número de intervalos de otimização.

Caso seja escolhida a opção **seleção** o Sistema apresenta o diagrama da alternativa onde o usuário pode escolher os projetos a serem otimizados, clicando sobre eles com o botão esquerdo do mouse. O usuário deverá, então, abrir novamente o menu Executa e escolher o ítem OtimVolUtil. O SINV irá então executar a função.

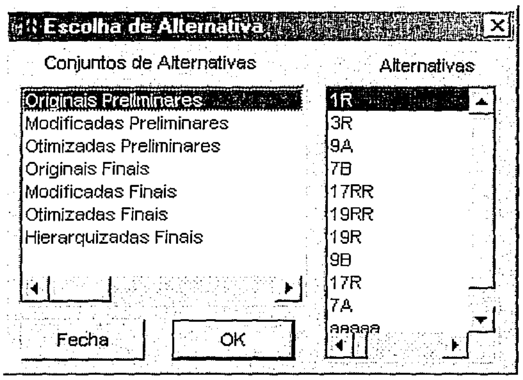
Caso seja escolhida a opção **todos**, o SINV executa a função de otimização dos volumes úteis para todos os projetos da alternativa que possuem reservatórios de regularização.

8.7. CalcPerCrit

O procedimento para a execução da função Calcula Período Crítico é o mesmo que o da função EnerFirme exceto que não é apresentada a caixa de diálogo de opção de relatório.

8.8. CalcImpactAlt

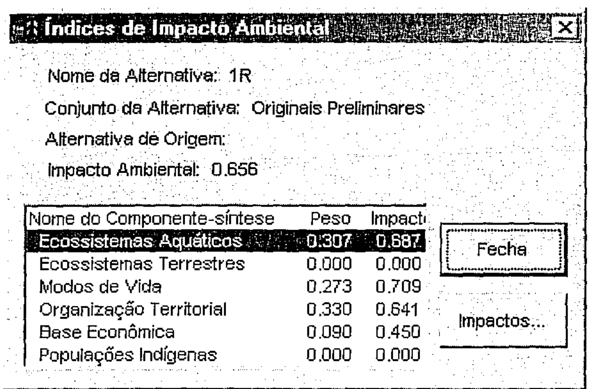
Para executar a função Mostra Impactos de Alternativa, basta clicar no ítem do menu **Função** correspondente. Aparece, então a seguinte caixa de diálogo



diálogo de seleção de alternativa

onde o usuário deverá escolher a alternativa a ser mostrada. Clica-se no nome do conjunto, no nome da alternativa e depois no botão OK (ou clica-se no nome do conjunto e depois aplica-se um clique duplo no nome da alternativa).

Aparece, então, a seguinte caixa de diálogo



diálogo de Índices de Impacto Ambiental

para a escolha do Componente-síntese impactado. Clica-se no nome do componente e depois no botão **Impactos.** É, então, apresentado o seguinte diálogo

Impactos da Alternativa 1R em Ecossistemas Aquáticos

Impacto dos Projetos

Sub-áreas (sai)	Toca	Fari	M.A.	Sono	Perd	Bals	Nati
Pesos (Psai)	0.260	0.130	0.096	0.187	0.089	0.138	0.100
Projetos							
S. Quebrada 1	0.90						
Estreito 2	0.80						
Farinha 2/3		0.25					
Manoel A. G.			0.55				
Lageado	0.70						
Ipueiras	0.60						0.50
Natividade 2							0.40
Natividade 1							0.45
Sono 4				0.90	0.90		
Sono 2				0.25			
Sono 1				0.15			
Novo				0.15			
Balsas 2						0.50	
Balsas 1						0.45	

Impactos nas Sub_áreas

IMAX(sai)	0.900	0.250	0.550	0.900	0.900	0.500	0.500
IMAX(sai) x Psai	0.234	0.032	0.053	0.168	0.080	0.069	0.050

OK — Impacto da Alternativa: 0.687

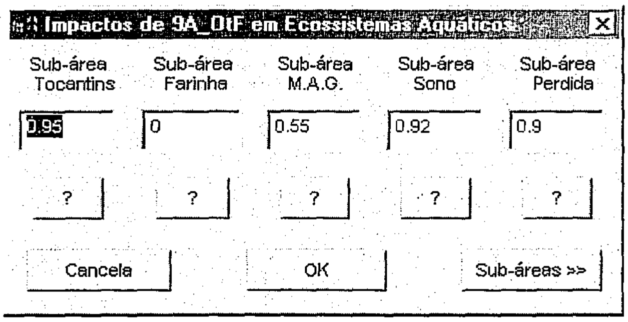
diálogo de exibição dos Impactos de Alternativa em Componente

onde:

- a caixa de Impacto dos Projetos apresenta uma lista contendo o nome dos projetos e seus impactos em cada sub-área do Componente;
- a caixa de Impactos das Sub-áreas que mostra o impacto em cada sub-área do Componente (o impacto máximo dos projetos na fase de Estudos Preliminares ou entrados pelo usuário na fase de Estudos Finais) e o impacto ponderado em relação ao peso das Sub-áreas;
- à esquerda do botão OK, o peso do Componente-síntese, e à direita o impacto da alternativa sobre Componente.

Caso haja mais de cinco sub-áreas, pode-se rolar ambas as caixas para a direita para visualizá-las.

Nos estudos finais, pode-se entrar ou alterar os impactos nas sub-áreas (I_{sai}) aplicando-se um clique duplo sobre a linha a eles correspondente. Aparece, então, a caixa de diálogo



onde o usuário pode alterar os valores e as justificativas.

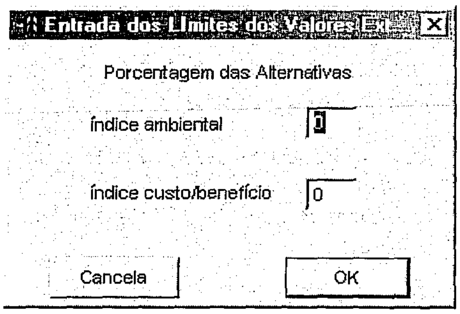
nota: os diálogos relativos a esta função são não-modais (ver ítem 3 acima).

8.9. Análise Multi-objetivo Preliminar

Para se efetuar a Análise Multi-objetivo Preliminar, clica-se no ítem do menu **Funções** correspondente.

Se os índices custo/benefício das alternativas otimizadas preliminares não estiverem atualizados o sistema executa a função AvalEconEnerg.

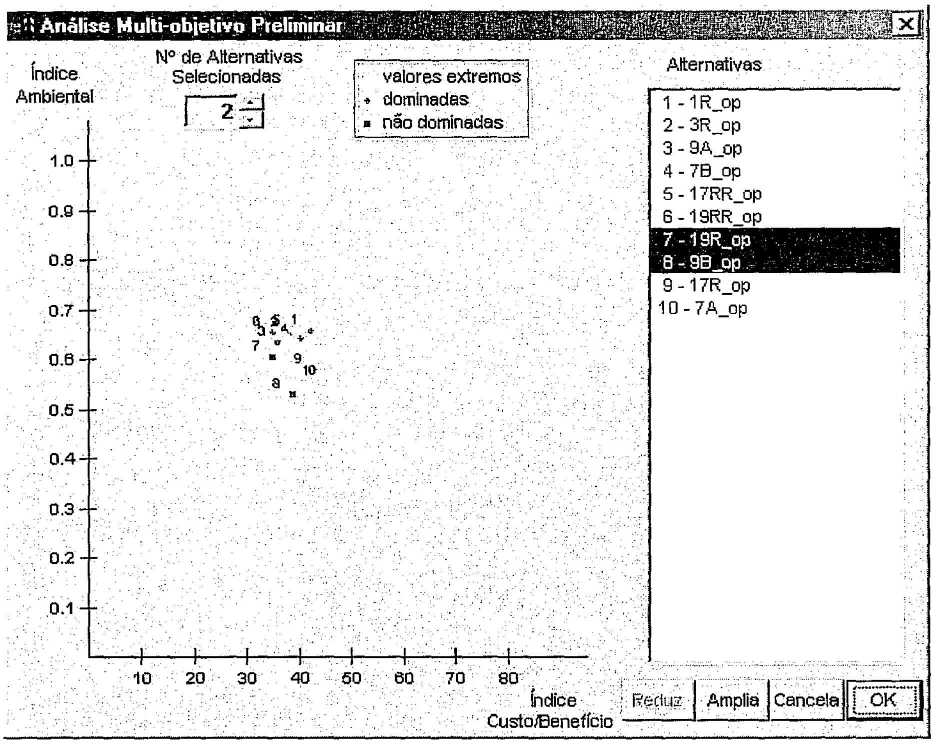
Aparece, então o seguinte diálogo:



diálogo de Entrada dos Limites dos Valores Extremos

Entra-se com a porcentagem do número de alternativas a serem excluídas da análise e clica-se no botão **OK**.

Aparece, então o diálogo



diálogo da Análise Multi-objetivo Preliminar

que apresenta:

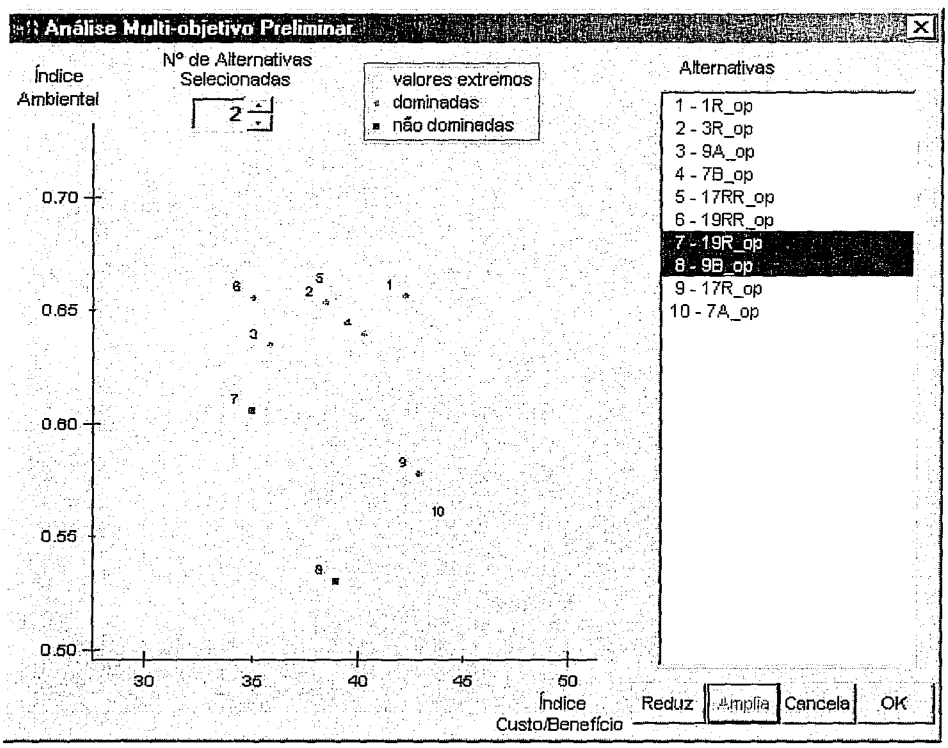
- um gráfico contendo as alternativas em relação ao seu índice de impacto ambiental e ao seu índice custo/benefício;
- uma caixa de edição com rolagem que mostra o número de alternativas selecionadas;
- uma lista contendo o nome das alternativas;
- os botões OK, Cancela, Amplia e Reduz.

8.9.1. Para ampliar o gráfico

Caso as alternativas estejam em posições muito contíguas no gráfico, pode-se ampliá-lo com o seguinte procedimento:

1. clica-se no botão **Amplia**;
2. posiciona-se o cursor do mouse no canto superior esquerdo do retângulo que se quer ampliar, pressiona-se o botão esquerdo do mouse e, mantendo-o pressionado, arrasta-se o mouse até a posição do canto inferior direito do

retângulo de ampliação, e solta-se o botão do mouse. A região do gráfico contida pelo retângulo será ampliada como mostrado abaixo.



Volta-se à situação anterior clicando-se no botão **Reduz**.

8.9.2. Para selecionar ou desselecionar as alternativas da próxima categoria de não dominadas

Para se selecionar ou deselecionar as alternativas da próxima categoria de não dominadas, clica-se na seta para cima ou seta para baixo da barra de rolagem da caixa de edição que mostra o número de alternativas selecionadas. O sistema marca as alternativas na lista e troca o símbolo de seu ponto no gráfico.

8.9.3. Para selecionar ou desselecionar uma alternativa

Para incluir ou excluir uma alternativa, pode-se, ou clicar em seu ponto no gráfico, ou seu nome na lista.

8.9.4. Para mostrar os dados de uma alternativa

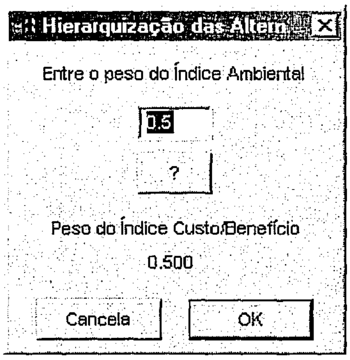
Pode-se visualizar os dados de uma alternativa (exceto a topologia) aplicando-se um clique duplo ou em seu nome na lista ou em seu ponto no gráfico.

8.9.5. Término da Análise Multi-objetivo Preliminar

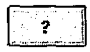
Finaliza-se a Análise Multi-objetivo Preliminar clicando-se no botão **OK**. O sistema fecha o diálogo e inclui as alternativas selecionadas no conjunto de alternativas **Originais Finais**

8.10. Análise Multi-objetivo Final

Para se efetuar a Análise Multi-objetivo Final, clica-se no ítem do Menu **Funções** correspondente. Aparece, então, o seguinte diálogo:

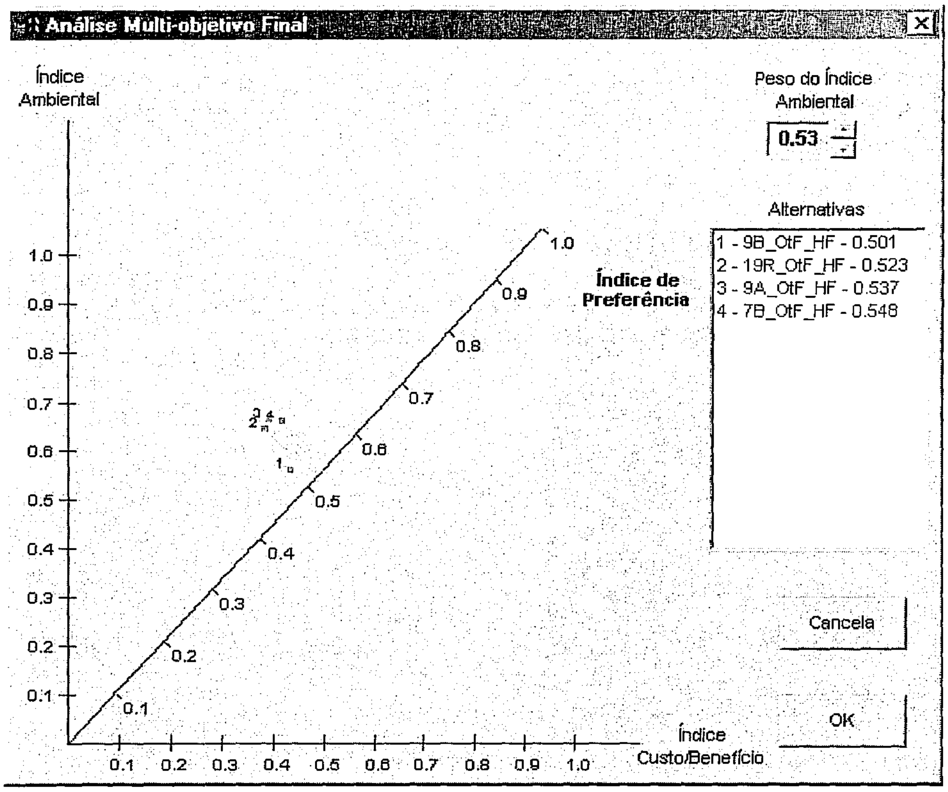


diálogo de Hierarquização das Alternativas

Entra-se o peso do índice de impacto ambiental e com a justificativa do peso clicando-se no botão 

Aparece, então uma caixa de diálogo para se entrar o texto da justificativa. Clica-se no botão OK para encerrar o diálogo.

Clica-se no botão **OK** do diálogo de Hierarquização das Alternativas. O sistema apresenta o seguinte diálogo:



Diálogo da Análise Multi-objetivo Final

que mostra:

- o gráfico das alternativas do conjunto Otimizadas Finais, em relação ao seu índice de impacto ambiental, seu índice custo/benefício, e as projeções ortogonais dos pontos das alternativas em relação ao eixo do grau final, o que corresponde à hierarquização, estando as de melhor grau mais próximas à origem do gráfico;

- uma caixa de edição com rolagem que contem o peso dos índices de impacto ambiental;

- uma lista contendo o nome das alternativas, precedido por sua posição hierárquica e seguido pelo seu grau final.

8.10.1.Análise de sensibilidade em relação ao peso

Pode-se efetuar uma análise de sensibilidade da hierarquização das alternativas em relação ao peso dos índices ambientais clicando-se na seta para cima ou na seta para baixo da barra de rolagem associada à caixa de edição que contem o peso, para aumentá-lo, ou diminuí-lo. As alterações na hierarquização podem ser vistas na lista ou pelas projeções ortogonais dos pontos das alternativas no gráfico em relação ao eixo do grau final.

8.10.2.Para mostrar os dados de uma alternativa

Pode-se visualizar os dados de uma alternativa (exceto a topologia) aplicando-se um clique duplo ou em seu nome na lista ou em seu ponto no gráfico.

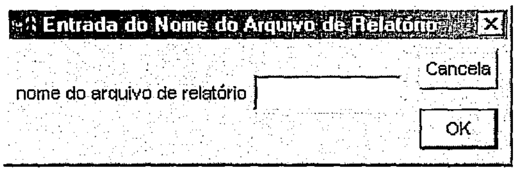
8.10.3.Término na Análise Multi-objetivo Final

Finaliza-se a Análise Multi-objetivo Final clicando-se no botão **OK**. O sistema fecha o diálogo e inclui as alternativas selecionadas no conjunto de alternativas **Hierarquizadas Finais.**

8.11. ImprDadProjs

Para executar a função de Impressão dos Dados dos Projetos utiliza-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Funções** e escolhe-se a opção **Impr. Dados dos Projs**.
2. o sistema apresenta então a seguinte caixa de diálogo onde deve ser entrado o nome do arquivo de relatório a ser produzido pelo SINV:



3. Clica-se no botão **OK** e a função é executada.

8.12. ImprDadAlt

O procedimento de execução da função de Impressão dos Dados de Alternativa é igual a anterior com a adição da apresentação da caixa de diálogo para a escolha da alternativa a ser impressa.

8.13. Preenchimento do Arquivo de Vazões

Para o preenchimento do arquivo de vazões podem ser utilizadas duas opções:

- construção de um arquivo texto que será utilizado pela função Preenche, no formato indicado a seguir (item 8.13.1)

- construção de um arquivo texto a partir do software Microsoft Excel, para utilização na função Importar Arquivos Excel (item 8.13.2).

- Em qualquer uma das opções, os arquivos devem se chamar entrada.ent, e devem estar no diretório "traba" , antes da execução das funções.

8.13.1-Preenche

Para a execução da função Preenche é necessário colocar no sub-diretório **traba** o arquivo ASCII contendo os dados a serem convertidos para o arquivo binário correspondente utilizado pelo sistema SINV. Este arquivo obrigatoriamente tem o nome de **entrada.ent** e é formatado conforme:

a) no caso de séries históricas:

- registro inicial contendo ano inicial e ano final dos dados em formato
- um bloco para cada posto ou estação, cada bloco contendo:
  - registro inicial contendo o número e o nome do posto em formato
  - um registro para cada ano com o ano e os 12 valores em formato

Observe o exemplo abaixo :

```
1931 1999
  1    NOVA LEONOR
1931   17  23  20  15  11   9   8   7   8   8   9  12
1932   17  20  14   9   8  10   7   6   6   7   9  27
.
.
1999   17  20  14   9   8  10   7   6   6   7   9  27
```

b) no caso de médias mensais, um bloco para cada posto ou estação, cada bloco contendo:

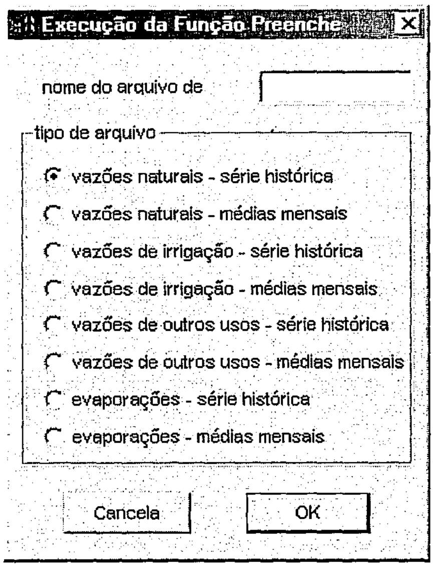
- registro inicial contendo o número e o nome do posto em formato
- um registro com os 12 valores (4X,'1',1X,12F5.0)

Observe o exemplo abaixo:

```
 1    PCH1
   1 1232  1232  1232  1232  1232  1232  1232  1232  1232  1232  1232
```

Para executar a função Preenche utiliza-se o seguinte procedimento:

1. abre-se o menu **Funções** e escolhe-se a opção **Preenche**;
2. o sistema apresenta então a seguinte caixa de diálogo onde deve ser entrado o nome do arquivo a ser produzido pelo programa, e o tipo de vazão ou evaporação a ser nele gravado:



3. Clica-se no botão **OK** e a função é executada. O programa Preenc transfere os dados do arquivo de nome 'entrada.ent' para o arquivo de saida que será gravado no sub-diretório vazoes.

8.13.2 - Importa Arquivos Excel

Para a execução da função Importa Arquivos Excel é necessário montar o arquivo conforme os exemplos indicados abaixo, utilizando o software Microsoft Excel. Uma vez montado o arquivo, deve-se salvá-lo com o formato Texto (tab delimitado) e colocá-lo no sub-diretório **traba .** Este arquivo obrigatoriamente tem o nome de **entrada.ent** e é formatado conforme uma das opções:

a) no caso de séries históricas:

- Primeiras duas células da primeira linha contendo o ano inicial e o ano final da série de vazões
- Primeira célula da segunda linha contendo o número do posto ; terceira célula da segunda linha contendo o nome do projeto.
- Na terceira linha, a primeira célula contém o ano do histórico, e da segunda à décima terceira célula, os valores das vazões históricas. Esta linha deve ser repetida tantas vezes quanto forem o número de anos do histórico de vazões.

- Devem ser repetidas as linhas 2 e 3 tantas vezes quanto forem o número de postos e tantas vezes quanto forem os anos do histórico, respectivamente.

Observe o exemplo abaixo, para dois postos:

1966	2001											
1		PCH 1										
1966	4.99	2.72	1.51	6.77	20.59	18.02	18.42	15.04	15.42	21.09	33.76	6.62
1967	3.11	5.28	4.43	5.89	20.59	18.02	3.89	13.89	15.42	21.09	33.76	36.04
1968	5.29	9.59	7.65	5.11	2.81	18.02	4.16	1.96	16.14	22.29	41.65	79.95
.												
.												
2001	30.29	18.05	29.40	22.85	21.32	26.82	24.82	15.04	15.42	21.09	33.76	36.04
2		PCH2										
1966	4.06	2.26	1.32	5.39	15.52	13.99	14.17	11.58	11.20	15.25	23.73	5.34
1967	2.61	4.19	3.59	4.74	15.52	13.99	3.22	10.66	11.20	15.25	23.73	25.21
1968	4.29	7.30	5.99	4.15	2.38	13.99	3.43	1.72	2.41	3.62	31.87	63.33
.												
.												
2001	30.29	18.05	29.40	22.85	21.32	26.82	24.82	15.04	15.42	21.09	33.76	36.04

b) no caso de médias mensais:

- Primeira linha contendo o cabeçalho de orientação para o preenchimento do arquivo, com as palavras : Código, Data, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai, Jun, Jul, Ago, Set, Out, Nov, Dez.

- Segunda linha contendo na primeira célula o número do posto, na segunda o ano do histórico, e da terceira até a décima quarta os valores das médias mensais.

Observe o exemplo abaixo, para dois postos:

CODIGO	DATA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	1931	11,7	22,1	16,4	14,5	52,4	8,3	117,4	89,1	72,2	46,5	45,7	30,1
1	1932	28,3	24,7	20,3	43,4	69,8	83,9	86,5	68,5	47,5	40	26,5	20,8
	.												
	.												
1	1999	78,77	48,43	28,16	38,32	56,42	190,01	193,86	260,8	128,27	83,52	72,05	45,4
2	1931	11,7	22,1	16,4	14,5	52,4	8,3	117,4	89,1	72,2	46,5	45,7	30,1
2	1932	28,3	24,7	20,3	43,4	69,8	83,9	86,5	68,5	47,5	40	26,5	20,8
2	1933	17,9	20	16,9	26,2	74,8	103,3	130,6	90,6	59,7	39,2	48	48,8
	.												
2	1999	78,77	48,43	28,16	38,32	56,42	190,01	193,86	260,8	128,27	83,52	72,05	45,4

Para executar a função Importa Arquivos do Excel, os procedimentos são os mesmos já descritos para a execução da função Preenche.

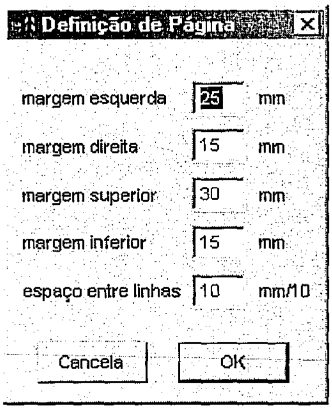
8.14. Execução do Superpad

O SuperPad é um editor de texto simples que é chamado pelo WinSinv após a execução do SINV com o arquivo de relatório por ele produzido. Pode tambem ser executado através do ítem **SuperPad** do menu **Função**.

9. IMPRESSÃO

9.1. Definição da Página

As margens e o espaço entre as linhas podem ser definidas abrindo-se o menu **Arquivo** e selecionando-se o ítem Definir Página. Os tamanhos das margens e o espaçamento entre as linhas podem ser entrados na caixa de diálogo mostrada abaixo.

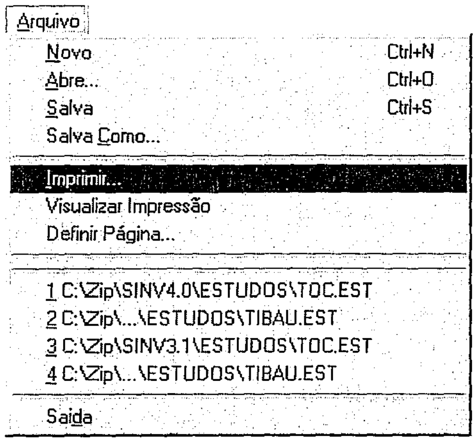


9.2. Impressão de diagramas e conteúdo de diálogos

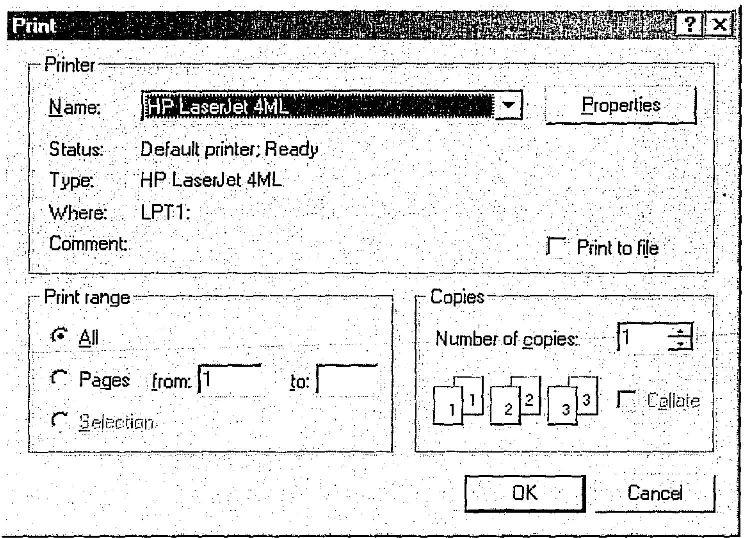
O diagrama da topologia da bacia, das alternativas e o conteúdo dos diálogos de entrada de texto, as tabelas de impacto dos projetos em um componente e as tabelas de impacto de uma alternativa em um componente podem ser impressos utilizando-se o seguinte procedimento:

1. coloca-se o diagrama, diálogo de texto ou de tabela a ser impresso na tela;

2. abre-se o menu **Arquivo** e escolhe-se a opção **Imprimir**;



3. aparece, então a caixa de diálogo de impressão;



4. clica-se no botão **OK**. A impressão é realizada.

notas:

1. para imprimir o diagrama, o sistema divide-o em páginas. Estas páginas tem o tamanho especificado pelo Windows e pode ser modificado clicando-se no botão **Setup** do diálogo de impressão. No diálogo Setup pode-se alterar tambêm a orientação da página (paisagem ou retrato);

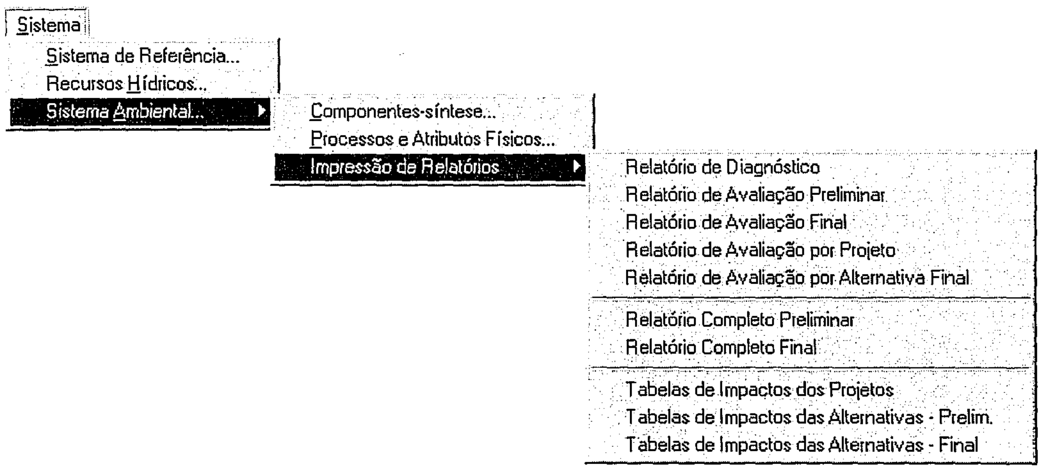
2. antes de se imprimir o diagrama ou diálogo, deve-se utilizar a visualização da impressão, escolhendo-se o ítem **Visualizar Impressão** do menu **Arquivo**, pois a divisão de páginas pelo sistema pode não ser satisfatória, e pode ser necessário fazer algumas pequenas alterações nas margens ou no diagrama da topologia da

bacia para que a impressão seja adequada. Deve-se, em especial, tomar cuidado com a impressão de nomes e anotações juntos à margem direita das páginas do diagrama, que poderão ser truncados.

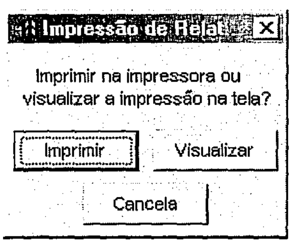
9.3. Impressão dos Relatórios do Sistema Ambiental

Os relatórios do Sistema Ambiental podem ser impressos mediante o seguinte procedimento:

Abre-se o menu **Sistema**, o sub-menu **Sistema Ambiental** e o seu sub-menu **Impressão de Relatórios**



Escolhe-se um relatório ou conjunto de tabelas. O sistema apresenta, então, o seguinte diálogo:

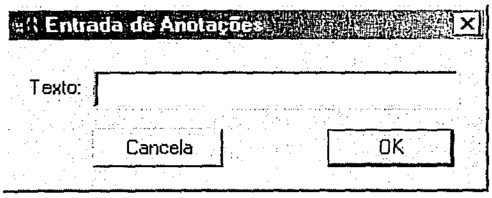


Clica-se no botão **Imprimir**, para iniciar a impressão ou no botão **Visualizar** para ver o relatório na tela.

10. O MENU MOSTRA

O menu **Mostra** possui as seguintes funções:

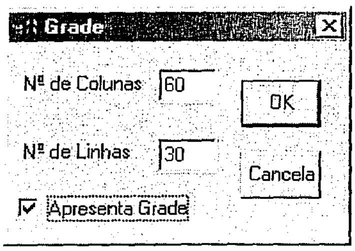
Entra Nota: habilita a entrada de anotações na tela. Para se entrar uma anotação, clica-se no local da tela onde se deseja posicioná-la e entra-se com ela na caixa de diálogo de entrada de anotações mostrada abaixo (no máximo 30 caracteres):



Apaga Nota: habilita o apagamento de uma anotação. Para se apagar uma anotação clica-se com o botão esquerdo do mouse sobre ela. Para cancelar clica-se o botão direito.

Move Nota: habilita o movimento de uma anotação na tela. Para se mover uma anotação basta arrastá-la para o novo local.

Grade: redimensiona e liga ou desliga a grade da tela. Para tanto, é usado a caixa de diálogo mostrada abaixo.

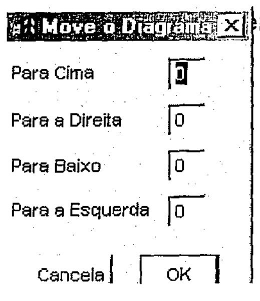


Pode-se alterar o tamanho da grade entrando com um novo valor para o número de colunas e/ou para o número de linhas. Os valores máximos e mínimos são os seguintes:

	max.	min.
colunas	200	40
linhas	100	20

O default é 60 x 30.

Se já existe um diagrama elaborado com a grade anterior, pode ser necessário alterar a sua posição. Para tanto usa-se a função Move Diagrama mostrada abaixo.



rmite mover o diagrama na tela, e utiliza a seguinte caixa de

Entra-se na caixa de diálogo o movimento em número de células. Entre apenas um valor para cada eixo de deslocamento: horizontal (esquerda ou direita) e vertical (para cima ou para baixo).

Mensagens: liga ou desliga a apresentação de mensagens de erro da interface gráfica.

Bip: liga ou desliga o bip de mensagens de erro da interface gráfica.

Coordenadas: liga ou desliga a apresentação das coordenadas da grade.

ANEXO E - FICHA TÉCNICA DOS APROVEITAMENTOS

FICHA TÉCNICA DE APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS ELETROBRÁS

1.IDENTIFICAÇÃO:

Nome do aproveitamento				
Rio		Distância da foz		km
Bacia		Código DNAEE		
Coordenadas geográficas	latitude		longitude	
Estado(s)		Município(s)		

2.DADOS BÁSICOS:

2.1. Topografia:

2.1.1. Cartas geográficas disponíveis:

Entidade	Nome	Número	Escala	Data

2.1.2. Dados de sensoriamento remoto disponíveis:
2.1.2.1. Fotografias aéreas:

Contratante	Executor	Serviço	Faixa	Fotos	Escala	Data

2.1.2.2. Imagens Multiespectrais:

Entidade	Executor	Serviço	Escala	Data

2.1.2.3. Imagens de Radar:

Entidade	Executor	Serviço	Escala	Data

2.1.3. Mapeamentos aerofotogramétricos disponíveis:

Entidade	Executor	Contrato	Escala	Data

2.1.4. Mapeamentos topográficos disponíveis

Entidade	Executor	Contrato	Escala	Data

2.1.5. Outros serviços topográficos disponíveis:(poligonais, seções, nivelamentos,etc):

Entidade	Executor	Contrato	Escala	Data

2.2. **Geologia:**

2.2.1. Reservatório:

Existem rochas ou feições geológicas que podem comprometer a estanquidade do reservatório?
( )sim ( )não; descrição suscinta:

Existem encostas ou rochas que podem comprometer a estabilidade das encostas do reservatório?
( )sim ( )não; descrição suscinta:

Existem evidências geotectônicas que o reservatório pode sofrer influência de sismos naturais e/ou geral sismos induzidos?
( )sim ( )não; descrição suscinta:

2.2.2. Eixo da barragem:

Espessura média estimada do recobrimento do solo:		
No leito do rio:		m
Na margem direita do rio:		m
Na margem esquerda do rio:		m
Na ombreira direita na altura da crista:		m
Na ombreira esquerda na altura da crista:		m
Tipo de rocha predominante no local:		

Existem feições geológicas que podem penalizar a implantação deste tipo de obra?
( )sim ( )não; descrição suscinta:

2.2.3. Materiais naturais de construção, disponibilidade de:

Argila: ( )sim ( )não		
distância das áreas de empréstimo na margem direita		km
distância das áreas de empréstimo na margem esquerda		km

Areia e cascalho: ( )sim ( )não		
distância da jazida		km

Rocha: ( )sim ( )não		
distância das pedreiras margem direita		km
distância das pedreiras margem esquerda		km

2.3. **Hidrometeorologia:**

Classificação climática:	

2.3.1. Temperaturas:

máxima:		°C	mínima:		°C	média mensal		°C
trimestre mais quente:				trimestre mais frio:				

2.3.2. Evaporação líquida:

		mm/ano

2.3.3. Pluviometria:

Estações básicas utilizadas:			
CÓDIGO DNAEE	NOME	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO	ÁREA DE DRENAGEM

Precipitação anual média			mm
Trimestre mais chuvoso		trimestre mais seco	

2.3.4. Fluviometria:

Área de drenagem da bacia		km^2

Estação básicas utilizadas				
CÓDIGO DNAEE	NOME	RIO	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO	ÁREA DE DRENAGEM km^2

Vazões e níveis d'água							
MLT		m^3/s	período:				
Vazão específica de longo termo							l/s/ km^2
Máxima vazão média mensal				m^3/s		mês	
Mínima vazão média mensal				m^3/s		mês	
Máxima vazão diária observada		data		NA		zero da régua	
Mínima vazão média mensal		data		NA		zero da régua	
Vazão decamilenar		data		NA		zero da régua	

2.3.5. Sedimentometria:

Existe medições ou estudos na bacia? ( )sim não( )		
Estimativa da descarga sólida anual média		t/ano
Observações:		

2.3.6. Reservatório:

Nível d'água máximo normal ($Na_{máx}$)		m
Nível d'água mínimo normal ($Na_{mín}$)		m
Nível d'água médio ($Na_{méd}$)		m

Volume total		m^3	volume útil		m^3
Somatória dos volumes úteis a montante					m^3
Depleção máxima					m
Volume corresp. à crista da soleira do vertedor					m^3
Nível d'água corresp. a ½ volume útil					m

Área inundada no $Na_{máx}$		km^2
Área inundada no Na_{min}		km^2

Perda por evaporação		m^3/s
Perda devido a outros usos da água		m^3/s

Vazão regularizada líquida		m^3/s
Vazão regularizada bruta		m^3/s

Tempo de residência		dias

3. **PARÂMETROS ENERGÉTICOS:**

Queda bruta máxima (Hb1)		m
Queda líquida máxima (H1)		m
Queda líquida média (H2)		m
Queda líquida mínima(Hb1)		m
Vazão média no período crítico (Qr)		m^3/s
Energia firme (Ef)		MW médios
Fator de capacidade de referência (Fk)		
Potência de referência (Pr)		MW
Potência instalada (P)		MW

4. **TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS:**

4.1. Terrenos e benfeitorias urbanas afetados:

distrito		município		estado			
população total		hab.	população afetada		hab.		%
infra-estrutura urbana: ( )boa ( )média ( )deficiente							
padrão médio de edificação: ( )boa ( )média ( )deficiente							

4.2. **Terrenos e benfeitorias rurais afetados:**

município				estado			
área total		ha	área afetada		ha		%
população total		ha	população afetada		hab		%
lavouras			ha	pastagens			ha
campos			ha	matas			ha

4.3. **Comunidades indígenas e/ou outros grupos étnicos afetados:**

nome			município			estado	
população total		hab	população afetada		hab		%
área total		ha	área afetada		ha		%

4.4. **Unidades de conservação e áreas de preservação permanente afetados:**

nome			município			estado	
área total		ha	área afetada		ha		%

4.5. **Outras benfeitorias afetadas:**

4.6. **Relocações:**

4.6.1. Estradas de rodagem:

federais pavimentadas		km	federais não pavimentadas		km
estaduais pavimentadas		km	estaduais não pavimentadas		km
municipais pavimentadas		km	municipais não pavimentadas		km

4.6.2. Estradas de Ferro:

bitola		m	extensão		km

4.6.3. Pontes:

tipo		extensão		m

4.6.4. Sistema de transmissão e distribuição:

tensão		kV	tipo de torre		extensão		km

4.6.5. Sistema de comunicação:

4.6.6. População:

urbana		hab	rural		hab
comunidades indígenas e/ou outros grupos étnicos afetados					hab

4.6.7. Outros:

aeroporto	
porto fluvial	
outro	

4.7. **Outras ações sócio-ambientais:**

4.7.1. Limpeza do reservatório:

área correspondente à depleção							ha
área total		ha	área a ser desmatada		ha		%
tipo de vegetação							

4.7.2. Unidades de conservação e áreas de preservação permanente criadas:

nome			município			estado	
área total		ha	área comprada		ha		%

5. **CASA DE FORÇA:**

Tipo		
Potência instalada (P)		MW
Tipo de turbina		
Número de unidades (N)		
Potência de cada turbina(P1)		MW
Potência de cada gerador(P1)		MVA
Velocidade síncrona (n)		rpm
Diâmetro do rotor (D3)		m
Rendimento do grupo turbina gerador		%
Descarga máxima turbinada (Qt)		m^3/s

6. **VILA DOS OPERADORES:**

População prevista		habitantes
Localização		

7. **DESVIO E CONTROLE DO RIO:**

Vazão de desvio		m^3/s	Tempo de recorrência		anos

Tipo de esquema	
( )Através de túneis	( )Através de adufas
( )Através de galerias	( )Através de canal

7.1. **Túneis:**

Número de túneis		Localização	

Uso exclusivo para desvio?	
( )sim	( )não

Forma da seção					
Diâmetro		m	Comprimento		m
Descarga máxima por túnel		m^3/s	velocidade máxima		m/s

7.2. **Galerias:**

Número de galerias			Localização			
Dimensões	altura		m	largura		m
Descarga máxima por galeria			m^3/s	velocidade máxima		m/s

7.3. **Adufas:**

Número de adufas			Localização			
Dimensões	altura		m	largura		m
Descarga máxima por adufa			m^3/s	velocidade máxima		m/s

7.4. **Canal:**

Localização								
Dimensões	profundidade		m	largura		m	comprimento		m
Descarga máxima			m^3/s	velocidade máxima				m/s

8. **BARRAGENS E DIQUES:**

Tipo					
Altura máxima		m	Comprimento		m
Altura média		m	Volume		m^3

9. **TRANSIÇÕES E MURO DE CONCRETO:**

Tipo					
Altura máxima		m	Comprimento		m
Altura média		m	Volume		m^3

10. **VERTEDOURO:**

Tipo						
Cheia de projeto		m^3/s	tempo de recorrência		anos	
Altura máxima		m	Comprimento		m	
Altura média		m	Volume		m^3	
Número de comportas		Tipo de comporta				
Dimensões das comportas	largura		m	altura		m

11. TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS:

11.1. **Tomada d'água:**

Tipo						
Altura máxima			m	Comprimento		m
Altura média			m	Volume		m^3
Número de tomadas						
Descarga máxima por tomada					m^3/s	
Número de comportas			Tipo de comporta			
Dimensões das comportas:	largura		m	altura		m

11.2. **Conduto adutor de baixa pressão:**

Tipo		
( )canal		
( )túnel	número de túneis	

Comprimento		m	velocidade		m/s
Seção transversal		m^2	vazão máxima por conduto		m^3/s

11.3. **Chaminé de equilíbrio:**

Tipo					
Diâmetro		m	altura		m

11.4. **Túnel sob pressão:**

Vazão aduzida		m^3/s	Velocidade máxima		m/s
Diâmetro		m	Comprimento		m
Comprimento do trecho revestido		m	Volume de escavação em rocha		m^3
Comprimento do trecho não revestido		m	Volume de escavação em solo		m^3

11.5. **Conduto forçado:**

Tipo:					
Número de condutos:					
Comprimento unitário médio:		m	Diâmetro		m
Vazão por conduto		m^3/s	Velocidade máxima		m/s

11.6. **Canal de fuga:**

Vazão			m^3/s		Velocidade máxima			m/s
Volume de escavação comum			m^3		Comprimento			m
Volume de escavação em rocha		m^3	Profundidade		m	largura		m

11.7. **Túnel de fuga:**

Vazão		m^3/s	Velocidade máxima		m/s
Volume de escavação comum		m^3	Comprimento		m
Volume de escavação em solo					m^3

12. **ACESSO AO LOCAL DAS OBRAS:**

12.1.Estradas de rodagem:	tipo		comprimento		km
12.2.Estradas de ferro:	tipo		comprimento		km
12.3.Pontes:	tipo		comprimento		km
12.4.Aeroporto:	tipo				

FICHA TÉCNICA DE APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS PARA O SIPOT

Código do Aproveitamento: *(Preenchido pela Eletrobrás)*	Nome:	Codinome:

IDENTIFICAÇÃO

Rio:	Município:	UF:	Latitude:	Longitude:

Fonte:	Proprietário:	Estágio:

Situação na Divisão de Queda: ☐ Integrante ☐ Excluído	Código Jusante:	Tipo de Sistema:

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Cota da Soleira do Vertedor (m)		Área de Drenagem (km^2)	
Cota Arbitrária ?	☐ SIM ☐ NÃO	Vol. na Soleira do Vertedor (hm^3)	
Queda Bruta Máxima (m)		Canal de Fuga Médio (m)	
NA Normal Jusante (m)		Perdas Hidráulicas (m)	

	NA (m)	Área (km^2)	Volume (hm^3)
NA Máximo Normal			
NA Mínimo Normal			

MATRIZ COTA x ÁREA x VOLUME E POLINÔMIO

Polinômio Cota x Área	Polinômio Volume x Cota
AO =	AO=
AI =	AI =
A2 =	A2 =
A3 =	A3 =
A4 =	A4 =

Pontos Cota x Área x Volume

Cota(m)	Área(km^2)	Volume (hm^3)

CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS

Energia Firme (GWh)	
Energia Média (GWh):	
Potência Nominal (MW)	
Queda de Referência (m)	

Rendimento (%)	
Fator de Capacidade Mínimio (%)	
Taxa de Indisponibilidade Forçada (%)	

Número de Unidades de Base:	
Número Total de Unidades:	
Tipo de Turbina:	

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

Vazão MLT (m^3/s)	
Vazão Média no Período de Simulação (m^3/s)	
Vazão Mínima Defluente (m^3/s)	
Vazão Evaporada (m^3/s)	
Evaporação Mensal(m^3)	

Evaporação Média (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

Média Anual:	

NA Jusante x Vazões

Polinômio Vazão x NA Jusante
AO =
AI =
A2 =
A3 =
A4 =

Pontos NA Jusante x Vazões	
NA de Jusante (m)	Vazão (m^3/s)

DATAS NOTÁVEIS

Início dos Estudos:	

CUSTOS

Data de Referência dos Custos:	
Moeda Corrente (na Época):	

Código de Desembolso:	
Custo Total de Construção:	

Cronograma de Desembolso

Ano	Valor

SÉRIE DE VAZÕES NATURAIS MÉDIAS (m^3/s)

Data	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1931													
1932													
1933													
....													
1995													
1996													
Mínimo													
Média													
Máximo													

ANEXO F - OUTRAS INFORMAÇÕES

ORGANIZAÇÃO DOS ARQUIVOS MAGNÉTICOS DO MANUAL DE INVENTÁRIO

O quadro a seguir apresenta de forma esquemática um mapa dos capítulos e anexos do Manual de Inventário com seus respectivos arquivos de textos, figuras, planilhas e seus arquivos vinculados, indicando também o seu tamanho em Kbytes.

A configuração mínima é um microcomputador tipo IBM/PC 486, com 8 Mbytes de memória RAM, 12 Mbytes de área disponível no disco rígido para a instalação do modelo SINV 2.2 e casos exemplos, unidade de disquete de 1,44 Mbytes, leitor de CD-ROM, mouse e sistema operacional Windows 3.1X. É desejável a utilização de plataforma Windows 95.

Os arquivos de textos e figuras estão no formato .DOC, e podem ser utilizados a partir do processador de texto Microsoft WORD versão 7.0 para Windows 95. Os arquivos de planilhas estão no formato Microsoft EXCEL versão 7.0 para Windows 95.

Caso o usuário deseje instalar todos os arquivos de texto e planilhas do Manual no disco rígido, deverá dispor de pelo menos 80 Mbytes livres.

Instalação:

- Ligar o computador e ativar o Windows.
- Introduzir o disco(CD) na unidade de leitura de CD-ROM.
- Com o Gerenciador de Arquivos, no Windows 3.1, ou o Explores, no Windows 95, o usuário poderá consultar a estrutura do Manual, com seus arquivos e textos, figuras, planilhas eletrônicas e os programas de instalação do sistema SINV 2.3

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	Cap1.doc	133		
CAPÍTULO 2 - CRITÉRIOS BÁSICOS	Cap2.doc	1130		
CAPÍTULO 3 - PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS	Cap3.doc	79		
CAPÍTULO 4 - ESTUDOS PRELIMINARES				
1ª Parte	C4eprel1.doc	287		
2ª Parte	C4eprel2.doc	1.831		
			g410201.doc	98
			g410202.doc	97
			g410301.doc	114
continua....			g410301a.doc	113

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação...2ª Parte Est.Preliminares			g410401.doc	108
			g410402.doc	105
			g410403.doc	107
			g410501.doc	137
			g410502.doc	59
			g410503.doc	53
			g410504.doc	71
			g410601.doc	108
			g410602.doc	43
			g410602a.doc	43
			g410603.doc	50
			g410603a.doc	50
			g410604.doc	55
			g410604a.doc	57
			g410605.doc	103
			g410606.doc	160
			g410606a.doc	152
			g410701.doc	49
			g410702.doc	48
			g410703.doc	45
			g410704.doc	43
			g410705.doc	37
			g410706.doc	37
			g410707.doc	43
			q410101.doc	13
			q410102.doc	29
			q410103.doc	12
	total = 1 arq		total 31 arq	total=2239

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
CAPÍTULO 5 ESTUDOS FINAIS				
5.1 a 5.6.2 - Objetivo, Cons. Dados, E.Energéticos, Aval. Impactos, Concepção Arranjos Finais-1ª parte	C51-562.doc	490		
			Fig56101.doc	367
			Fig56102.doc	240
			Fig56103.doc	25
			Fig56201.doc	367
			Fig56202.doc	511
			Fig56203.doc	76
			Fig56204.doc	54
			Fig56205.doc	109
			Fig56206.doc	127
			Fig56207.doc	30
			Fig56208.doc	116
			Fig56209.doc	89
			Fig56210.doc	85
			Fig56211.doc	247
			Fig56212.doc	248
			Fig56213.doc	242
	total = 1 arq	total = 490	total = 16 arq	total =2933

5.6. Concepção Arranjos Finais - 2ª parte, 5.7 OPE	C563-57.doc	722		
			Fig56301.doc	264
			Fig56302.doc	273
			Fig56303.doc	466
			Fig56304.doc	16
			Fig56305.doc	40
			Fig56306.doc	25
			Fig56307.doc	100
continua...			Fig56308.doc	74

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação...Concepção dos Arranjos Finais			Fig56309.doc	103
			Fig56401.doc	76
			Fig56402.doc	59
			Fig56403.doc	142
			Fig56404.doc	22
			Fig56405.doc	127
			Fig56406.doc	55
			Fig56407.doc	35
			Fig56408.doc	59
			Fig56501.doc	139
			Fig56502.doc	51
			Fig56503.doc	285
			Fig56504.doc	79
			Fig56505.doc	136
			Fig56506.doc	75
	total = 1 arq	total = 722	total = 23 arq	total=2701

5.8 - Dim. e Estimativa de Custos, 5.8.1- Terrenos, Serv. Ações Amb, 5.8.2 - Motorização, CDF e Outros E-quipamentos, Turbinas Pelton	C581-82a.doc	1724		
			Gr58201.doc	1219
			Fig58201.doc	29
			Fig58202.doc	18
			Fig58203.doc	226
			Gr58202.doc	69
			Gr58203.doc	56
	total = 1 arq	total =1724	total = 6 arq	total =1617

5.8.2....Turbinas Francis	C582b.doc	600		
			Fig58204.doc	19
continua...			Fig58205.doc	20

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação... Turbinas Francis			Fig58206.doc	206
			Gr58204.doc	60
			Gr58205.doc	66
			Fig58207.doc	19
			Fig58208.doc	13
			Fig58209.doc	18
	total = 1 arq	total = 600	total = 8 arq	total =421

5.8.2.....Turbinas Kaplan	C582c.doc	505		
			Fig58210.doc	22
			Fig58211.doc	20
			Fig58212.doc	221
			Gr58206.doc	50
			Gr58207.doc	68
			Fig58213.doc	27
			Fig58214.doc	24
			Fig58215.doc	191
	total = 1 arq	total =505	total = 8 arq	total =623

5.8.2.....Turbinas Bulbo	C582d.doc	192		
			Fig58216.doc	14
			Fig58217.doc	17
			Fig58218.doc	541
			Gr58208.doc	55
			Gr58209.doc	66
	total = 1 arq	total = 192	total = 5 arq	total =693

5.8.3. Desvio do rio - Ensecadeiras, Túneis, Canais, Galerias, Adufas de desvio,	C583x.doc C583y.doc C583z.doc	493 294 666		
			Fig58301.doc	134
continua...			Fig58302.doc	32

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação...item 5.8.3			Fig58303.doc	140
			Fig58304.doc	102
			Fig58305.doc	144
			Fig58306.doc	121
			Gr58301.doc	77
			Gr58301a.doc	77
			Gr58301b.doc	77
			Fig58307.doc	197
			Fig58308.doc	339
			Fig58309.doc	169
	total = 3 arq	total= 1453	total = 12 arq	total =1609

5.8.4 Barragens e Diques	C584.doc	472		
			Fig58401.doc	21
			Fig58402.doc	20
			Fig58403.doc	24
			Fig58404.doc	94
			Fig58405.doc	51
			Fig58406.doc	109
			Fig58407.doc	44
			Fig58408.doc	82
	total = 1 arq	total = 472	total = 8 arq	total = 445

5.8.5. Vertedouro controlado	C585a1.doc C585a2.doc	1779 847		
			Fig58501.doc	299
			Fig58502.doc	598
			Fig58503.doc	179
			Fig58504.doc	162
			Fig58505.doc	63
			Fig58505a.doc	63
continua...			Gr58501.doc	39

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação... item 5.8.5			Gr58501a.doc	39
			Gr58502.doc	40
			Gr58502a.doc	40
			Fig58506.doc	257
			Fig58507.doc	261
			Gr58503.doc	61
			Gr58503a.doc	61
	total = 2 arq	total =2626	total = 14 arq	total =2162
5.8.5 Vertedouro não controlado	C585b1.doc C585b2.doc	450 261		
			Fig58508.doc	355
			Fig58509.doc	338
			Fig58510.doc	249
			Fig58511.doc	150
	total = 2 arq	total =711	total = 4 arq	total =1092
5.8.6 Canal de Adução, Tomada de Água a Gravidade, Tomada de Água Integrada	C586a.doc	374		
			Fig58601.doc	41
			Fig58602.doc	12
			Fig58603.doc	11
			Fig58604.doc	170
			Fig58604a.doc	367
	total = 1 arq	total = 374	total = 5 arq	total =601
5.8.6.....Túnel de Adução, Chaminé de Equilíbrio, Condutos Forçados Externos	C586b.doc	1214		
			Fig58605.doc	209
			Fig58606.doc	91
			Fig58607.doc	99
continua...			Fig58608.doc	31

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação... item 5.8.6			Fig58609.doc	174
	total = 1 arq	total = 1214	total = 5 arq	total = 604

5.8.6...Túneis Forçados, Canal de Fuga	C586c.doc	492		
			Fig58610.doc	41
			Fig58611.doc	32
	total = 1 arq	total = 492	total = 2 arq	total = 73

5.8.7....5.10 Custos Indiretos, Comparação de Alternativas	C587a510.doc	79		

CAPÍTULO 6 RELATÓRIO FINAL	Cap6.doc	40		

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
ANEXO A - GRÁFICOS DOS ESTUDOS PRELIMINARES				
Folha de rosto	AnexoA.doc	22		
Turbinas Hidráulicas - seleção de turbinas	grfA01.doc	138		
Benfeitorias na àrea da Usina	grfA02.doc	100		
Desvio do Rio - Custo global das obras civis e equipamentos	grfA03.doc	210		
Barragem em Aterro	grfA04.doc	107		
Barragem de Concreto Compactado a Rolo	grfA05.doc	100		
Barragem de Concreto Convencional	grfA06.doc	102		
Muros de Transição	grfA07.doc	69		
Vertedouro de Encosta	grfA08.doc	103		
Vertedouro de Ogiva Alta em Concreto Compactado a Rolo - Obras Civis	grfA09.doc	63		
Vertedouro de Ogiva Alta em Concreto Convencional - Obras Civis	grfA10.doc	57		
Vertedouro de Superfície - Equipamentos eletromecânicos e de levantamento	grfA11.doc	63		
Tomada de Agua - Obras Civis	grfA12.doc	104		
Tomada de Água - Equipamentos eletromecânicos e de levantamento para turbina Kaplan	grfA13.doc	66		
Tomada de Água - Equipamentos para turbina Bulbo	grfA14.doc	74		
Tomada de Água - Equipamentos para turbina Francis, Kaplan - aço	grfA15.doc	94		
Canais de Adução	grfA16.doc	103		
Túneis de Adução	grfA17.doc	303		
Condutos forçados	grfA18.doc	108		
Túneis forçados	grfA19.doc	84		
Turbinas Francis	grfA20.doc	43		
Turbinas Kaplan com caixa espiral em aço	grfA21.doc	43		
Turbinas Kaplan com semi-espiral em concreto	grfA22.doc	43		

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação Anexo A...				
Turbinas Bulbo	grfA23.doc	38		
Hidrogeradores de Eixo Vertical	grfA24.doc	45		
Hidrogeradores de Eixo Horizontal Convencional	grfA25.doc	69		
Hidrogeradores de Eixo Horizontal do Tipo Bulbo	grfA26.doc	40		
Custo Total das Obras Civis da Casa de Força	grfA27.doc	104		
Estradas de rodagem	quadA01.doc	18		
Estradas de Ferro	quadA02.doc	33		
Pontes Rodoviárias	quadA03.doc	16		
	total =31 arq	total=2562		

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
ANEXO B - GRÁFICOS DOS ESTUDOS FINAIS				
Folha de rosto	AnexoB.doc	21		
Turbinas Hidráulicas - Seleção do tipo de turbinas	grfB01.doc	139		
Turbinas Pelton - velocidade específica	grfB02.doc	60		
Turbinas Pelton - coeficiente de velocidade periférica	grfB03.doc	52		
Turbinas Francis - velocidade específica	grfB04.doc	56		
Turbinas Francis - coeficiente de velocidade periférica	grfB05.doc	54		
Turbinas Kaplan - velocidade específica	grfB06.doc	46		
Turbinas Kaplan - coeficiente de velocidade periférica	grfB07.doc	55		
Turbinas Bulbo - velocidade específica	grfB08.doc	48		
Turbinas Bulbo - coeficiente de velocidade periférica	grfB09.doc	55		
Turbinas Francis - custo unitário de aquisição	grfB10.doc	45		
Turbinas Kaplan Espiral em Concreto - custo unitário de aquisição	grfB11.doc	45		
Turbinas Kaplan Semi-Espiral em Aço - custo unitário de aquisição	grfB12.doc	45		
Turbinas Bulbo - custo unitário de aquisição	grfB13.doc	41		
Hidrogeradores de Eixo Horizontal Convencional - custo unitário de aquisição	grfB14.doc	38		
Hidrogeradores de Eixo Horizontal do Tipo Bulbo - custo unitário de aquisição	grfB15.doc	40		
Hidrogeradores de Eixo Vertical- custo unitário de aquisição	grfB16.doc	96		
Ponte Rolante Principal da Casa de Força - custo unitário de aquisição	grfB017.doc	181		
Pórtico Rolante Principal da Casa de Força - custo unitário de aquisição	grfB018.doc	98		
Benfeitorias na Área da Usina	grfB19.doc	103		
Instalações e Acabamentos	grfB020.doc	102		

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
continuação... Anexo B				
Comporta Segmento do Vertedouro de Superfície	grfB021.doc	99		
Comporta Segmento do Vertedouro de Fundo	grfB022.doc	177		
Comporta Tipo Vagão	grfB023.doc	97		
Comporta Ensecadeira de Superfície	grfB024.doc	97		
Comporta Ensecadeira de Fundo	grfB025.doc	43		
Pórtico Rolante do Vertedouro	grfB026.doc	184		
Pórtico Rolante da Tomada de Água	grfB027.doc	97		
Grades Metálicas da Tomada de Água	grfB028.doc	98		
Válvula Borboleta	grfB029.doc	104		
Válvula Esférica	grfB030.doc	68		
Construção de Canteiros e Acampa-mentos	grfB031.doc	102		
Manutenção e Operação de Canteiros e Acampamentos	grfB032.doc	99		
Escavação Subterrânea em Rocha	grfB033.doc	100		
Estradas de Rodagem	quadB01.doc	18		
Estradas de Ferro	quadB02.doc	33		
Pontes Rodoviárias	quadB03.doc	16		
Juros Durante a Construção	quadB04.doc	19		
	total = 38 arq	total = 2871		

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
ANEXO C - PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO E QUANTIFICAÇÃO				
Folha de rosto	AnexoC.doc	18		
Orçamento Padrão Eletrobrás - Estudos Preliminares	49ope.xls	33		
Orçamento Padrão Eletrobrás - Estudos Finais	57ope.xls	93		
Estimativa de Custos Globais - Estudos Preliminares	4eprelim.xls	1597		
Casa de Força - Turbinas Pelton	582p.xls	292		
Casa de Força - Turbinas Francis Eixo Vertical	582fv.xls	576		
Casa de Força - Turbinas Francis Eixo Horizontal	582fh.xls	273		
Casa de Força - Turbinas Kaplan com Caixa Espiral de Aço	582ka.xls	519		
Casa de Força - Turbinas Kaplan com Semi-Espiral de Concreto	582kc.xls	512		
Casa de Força - Turbinas Bulbo	582b.xls	376		
Ensecadeira para Desvio do Rio Através de Túneis ou Galerias	583ert1.xls	276		
Ensecadeira para Desvio do Rio em Várias Etapas	583ert2.xls	385		
Canal de Desvio	583c.xls	358		
Galeria de Desvio	583ga.xls	498		
Túnel de Desvio	583td.xls	703		
Barragem de Terra	584t.xls	191		
Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila Vertical	584enav.xls	159		
Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila Inclinado	584enai.xls	169		
Barragem de Enrocamento com Face de Concreto	584efc.xls	274		
Barragem de Concreto Convencional a Gravidade	584ccg.xls	179		
Barragem de Concreto Convencional a Gravidade com Adufas de Desvio	584ccgad.xls	674		
Barragem de Concreto Compactado com Rolo	584ccr.xls	303		

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
Barragem de Concreto Compactado com Rolo com Adufas de Desvio	584ccrad.xls	387		
Transições e Muros de Concreto	584m.xls	243		
Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Bacia de Dissipação	585cobd.xls	902		
Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Bacia de Dissipação e Adufas de Desvio	585cobda.xls	1892		
Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Salto de Esqui	585cose.xls	975		
Vertedouro de Ogiva Alta Controlado com Salto de Esqui e Adufas de Desvio	585cosea.xls	2332		
Vertedouro de Encosta Controlado com Bacia de Dissipação	585coenb.xls	876		
Vertedouro de Encosta Controlado com Salto de Esqui	585coens.xls	871		
Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Bacia de Dissipação	585lobd.xls	619		
Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Bacia de Dissipação e Adufas de Desvio	585lobda.xls	1704		
Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Salto de Esqui	585lose.xls	613		
Vertedouro Livre de Ogiva Alta com Salto de Esqui e Adufas de Desvio	585losea.xls	1836		
Vertedouro Livre de Encosta com Salto de Esqui	585loens.xls	417		
Vertedouro Livre de Encosta com Bacia de Dissipação	585loenb.xls	586		
Canal de Adução	586cn.xls	205		
Tomada de Água a Gravidade	586tg.xls	551		
Conduto Adutor	586ca.xls	428		
Chaminé de Equilíbrio	586ch.xls	439		
Condutos Forçados sem Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586cf.xls	709		
Condutos Forçados com Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586cfch.xls	371		

ITEM	ARQUIVO PRINCIPAL	TAMANHO	ARQUIVOS VINCULADOS	TAMANHO
Túneis Forçados sem Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586tf.xls	438		
Túneis Forçados com Túnel de Adução e Chaminé de Equilíbrio	586tfch.xls	514		
Canal de Fuga	586fu.xls	96		
Custos Indiretos	588ci.xls	102		
	total = 46 arq	total =26564		
ANEXO D - SINV 2.3	AnexoD.doc	15		
Manual do SINV2.3	Sinv2-3.doc	3473		
Programas do SINV2.3				
ESTUDOS				
RELAT				
SISTEM	Preenc.bat	58		
	Preenc.exe	2126		
	Sinvmult.bat	60		
	Sinvmult.exe	3142		
	Sinvmult.hlp	94		
	Winsinv.exe	597		
	Winsinv.hlp	52		
TRABA				
VAZOES				
	total = 9arq	total =9617		
ANEXO E - FICHA TÉCNICA DOS APROVEITAMENTOS				
Folha de rosto	AnexoE.doc	25		
Ficha padrão inventário - EBRAS	FichaE-	63		
Ficha Padrão SIPOT	FichaSipot.doc	27		
	total = 3 arq	total = 115		

ANEXO F - OUTRAS INFORMAÇÕES				
Folha de rosto	AnexoF.doc	15		
Participantes dos Estudos	particip.doc	29		
Organização dos Arquivos Magnéticos do Manual de Inventário	mapaarq.doc	82		
	total = 3 arq	total = 126		

TOTAL PARCIAL	total = 154 arq	total =57009	total = 147 arq	total =17813

TOTAL GERAL	**301 arquivos**	**74.822 Kb**		

PARTICIPANTES DOS ESTUDOS

PARTICIPANTES DOS ESTUDOS

Para a elaboração do novo Manual de Inventário (1997), foi constituído, em maio de 1994, o Grupo de Trabalho Revisão do Manual de Inventário, composto por técnicos da ELETROBRÁS, do DNAEE e de empresas do Setor Elétrico Brasileiro. Durante o primeiro ano, o G.T. realizou 7 reuniões ordinárias discutindo as diretrizes do novo manual. Para efetivar a revisão e tornar disponíveis os procedimentos para dimensionamento e estimativa de custos dos aproveitamentos estudados, seguindo as diretrizes do G.T., foi criada,em agosto de 1995, uma Força Tarefa formada por técnicos da COPEL e da ELETROSUL e por consultores independentes. Para isso, foram tomadas as seguintes providências:

- celebração de Convênio de Cooperação Técnica entre a ELETROBRÁS e a COPEL, em agosto de 1995;
- alocação de técnicos por parte da COPEL e da ELETROSUL para participar da organização do Manual, atualizar as metodologias para dimensionamento e estimativa de custos de equipamentos e de obras civis, repassando as despesas operacionais para a ELETROBRÁS; e
- participação de dois consultores, contratados através do DNAEE, para apoio em assuntos relativos a equipamentos eletromecânicos e orçamentos de obras civis.

A ELETROBRÁS havia iniciado, em 1992, o desenvolvimento de projetos de pesquisa com o CEPEL, com o objetivo de sistematizar e automatizar procedimentos relativos aos estudos energéticos e ambientais, em nível de estudos de inventário hidrelétrico. Tais projetos foram incorporados aos trabalhos do GT, com a conseqüente participação do CEPEL.

O desenvolvimento dos estudos ambientais contou, ainda, com a colaboração do Programa de Planejamento Energético da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPE/COPPE/UFRJ), através de convênios de cooperação científica e tecnológica firmados entre essa instituição, a ELETROBRÁS e o CEPEL.

Inicialmente sob a coordenação institucional da ELETROBRÁS, a revisão do Manual de Inventário foi inserida no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica ELETROBRÁS/DNAEE, no tocante às revisões dos diversos instrumentos normativos referentes a estudos e projetos do setor elétrico. A coordenação institucional esteve sob a responsabilidade de:

- pela ELETROBRÁS

  Benedito Aparecido Carraro
  Diretor de Planejamento e Engenharia

  Jorge Trinkenreich
  Chefe do Departamento de Estudos Energéticos

  Oduvaldo Barroso da Silva
  Chefe da Divisão de Recursos Hídricos

  Fernando Campelo Cavalcanti de Albuquerque
  Coordenador do Grupo de Trabalho

– pelo DNAEE

Eduardo Larrosa Béquio
Coordenador Geral de Concessões

Luiz Carlos Amarilho
Chefe da Divisão de Estudos de Concessões

O G.T. Revisão do Manual de Inventário foi formado com representantes das seguintes entidades: ELETROBRÁS, DNAEE, CEPEL, COPEL, CEMIG, CESP, CHESF, ELETRONORTE, ELETROSUL e FURNAS.

Os trabalhos foram desenvolvidos pelos seguintes técnicos:

– pela ELETROBRÁS

Rogério Neves Mundim

– pelo DNAEE

João Autto Magalhães Castro

Lourival Almeida Oliveira

Paulo Jorge R. Carneiro

– pelo CEPEL

Ana Castro Lacorte

André Guilherme D´Angelo

Fernanda da Serra Costa

Fernando Pereira das Neves

Jorge Machado Damázio

Silvia Helena Menezes Pires

– pela COPEL

Aclélio Rocha de Camargo Junior (Força Tarefa)

Emilio Hoffmann Gomes Junior

Helio Mitsuo Sugai (Força Tarefa)

Sergio Montenegro Kraemer

– pela CEMIG

Aricélio Simões

Maria Manuela Martins Alves Moreira

– pela CESP

Nivaldo Silveira Simões

Sergio Ishida

– pela CHESF

Aurélio Alves de Vasconcelos

Flávia Gama Soares

– pela ELETRONORTE

Antonio Carlos Oliva Ribeiro

Antonio Carlos Soares

Wilson Fernandes de Paula

– pela ELETROSUL

José Valdetares de Oliveira (Força Tarefa)

Odilon da Gama Parente (Força Tarefa)

Renato Barbosa de Paula (Força Tarefa)

Sergio Corrêa Pimenta

– por FURNAS

Angela Maria Bastos Wanderley

Claudia Rodrigues Segond

Luiz Chiganer

Ricardo Rodrigues dos Santos Cardoso

– como CONSULTORES INDEPENDENTES

Paulo Peter Baumotte

Tsuneo Sato

– como CONSULTORES PELO PPE/COPPE/UFRJ

Carlos R.S. Fontenelle Bizerril

Emilio Lebre La Rovere (coordenador)

Estela Maria Costa Neves

Gerson Alves Scheuffer

Mitiko Ynaga Une

Nair Palhano Barbosa

Paulo Roberto F. Carneiro

Pedro Calil Farah

Foram recebidas contribuições das seguintes pessoas, além dos técnicos já citados:

– pela ELETROBRÁS

Adilton de Andrade Guedes

Arlete Rodarte Neves

Carlos Roberto de Araújo Júnior

Carlos Frederico Silveira Menezes

Flávia Pompeu Serran

Jorge Luiz Coelho

Luiz Cláudio Gutierrez (COPPETEC)

Luiz Guilherme Guilhom

Marcio Gomes Catharino

Maria Luiza Lartigau da Silva Milazzo

Marina.de Godoy Assumpção

Mírian Regini Nutti

Newton de Oliveira Carvalho

Norma Soares Bond

Oduvaldo Barroso da Silva

– pela COPEL

Paulo Procópio Burian

Ricardo Iantas

Tayne Graziela Garcia Colla

– pela CEMIG

Maria Edith Rollas

Oswaldo Costa Ramos

– pela CHESF

Henry Coelho Soares

João Damásio Braga

Voldi Ribeiro

– pela ELETRONORTE

Cleidemar Batista Valério

John Denys Cadman

Nélia Rosa Alves dos Santos

Sérgio de Lima Laluce

– pela ELETROSUL

Carlos Bianco

Mauro dos Reis Brandão

Sérgio Antônio Furlani

– como REVISORES TÉCNICOS

Geraldo Magela Pereira

Raul Pitthan

PODER JUDICIÁRIO PCTT:92.100.10
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

JUNTADA DE CARTA PRECATÓRIA

ORIGEM:RIO DE JANEIRO/RJ

CUMPRIMENTO: **(X) SIM**
( ) NÃO
( ) PARCIALMENTE
( ) PENDENTE DE:

FOLHA:215 e 216

Altamira/PA, 07/10/2009.

Daniela R. dos Santos
Daniela Ribeiro dos Santos
Estagiária, Mat:430es

MAN.0029.0009[illegible]/2009

PCTT:

PODER JUDICIÁRIO
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

MAN.0029.000950-7/2009

CARTA PRECATÓRIA

(Nº 112 /2009 – SEPOD-CIV)

PRAZO:	**30 dias**
PROCESSO Nº:	**2009.39.03.000326-2 - Ação Civil Pública**
AUTOR:	**MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**
RÉU:	**CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S/A – ELETROBRÁS E OUTROS**
DEPRECANTE:	Juízo Federal da Vara Única da Subseção Judiciária de Altamira/PA.
DEPRECADO:	Juízo Federal da Seção Judiciária do Rio de Janeiro, a quem couber por distribuição.
FINALIDADE:	**CITAÇÃO da ELETROBRÁS**, pessoa jurídica de direito privado, CNPJ 23.274.194/0001-19, na pessoa de seu representante legal, com endereço à Av. Presidente Vargas, 409 - 13º andar, bairro Centro, CEP: 20.071-003 - Rio de Janeiro/RJ, **para, querendo, responder, no prazo legal, a presente Ação Civil Pública,** bem como **INTIME-SE para ciência e cumprimento do inteiro teor da decisão de fls. 138/140.**
ANEXO:	Cópia da petição inicial, documentos e da decisão supracitada.

Altamira/PA, 09 de junho de 2009.

Antonio Carlos Almeida Campelo
Juiz Federal

31/07/09

Alfredo Mello Magalhães
Chefe da Divisão de Contencioso

2009.51.01.014486-0
RIO DE JANEIRO

JUSTIÇA FEDERAL Fls. 1443

216

PODER JUDICIÁRIO
JUSTIÇA FEDERAL
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO RIO DE JANEIRO
NÚCLEO DE CONTROLE DE MANDADOS (NCOM)
SEÇÃO DE CONTROLE DE MANDADOS SEMCI

CERTIDÃO

POSITIVA

Certifico e dou fé que em cumprimento ao presente mandado me dirigi à Av. Presidente Vargas nº 409, 11º andar, onde, no dia 31/07/2009, **PROCEDI À CITAÇÃO e INTIMAÇÃO** de Centrais Elétricas Brasileiras S/A - Eletrobrás, na pessoa do Dr. Alfredo Mello Magalhães, que afirmando ter poderes para o ato e ciente do inteiro teor do mandado, recebeu a contrafé exarando nota do recebimento.

Rio de Janeiro, 04 de agosto de 2009.

MARCIO LOUREIRO COTTA
Oficial de Justiça Avaliador
12.226

PODER JUDICIÁRIO PCTT:92.100.10
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

JUNTADA DE CARTA PRECATÓRIA

ORIGEM: SEÇÃO JUDICIÁRIA DO DISTRITO FEDERAL.

CUMPRIMENTO: (X) SIM
( ) NÃO
( ) PARCIALMENTE
( ) PENDENTE DE:

FOLHAS:03 E 04.

Altamira/PA, 17/12/2009.

Daniela R. dos Santos
Daniela Ribeiro dos Santos
Estagiária. Mat:430es

15°

2009.34.00.020435-2

Justiça Federal
Subseção de Altamira
Fls. ______

SECLA - ...
Fls. 03
PCTT:

PODER JUDICIÁRIO
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

SECLA - NUCJU
JUSTIÇA FEDERAL-DF

CARTA PRECATÓRIA

(Nº 117 /2009 – SEPOD-CIV)

PRAZO:	**30 dias**
PROCESSO Nº:	**2009.39.03.000326-2 - Ação Civil Pública**
AUTOR:	**MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**
RÉU:	**CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S/A ELETROBRÁS E OUTROS**
DEPRECANTE:	Juízo Federal da Vara Única da Subseção Judiciária de Altamira/PA.
DEPRECADO:	Juízo Federal da Seção Judiciária do Distrito Federal, a quem couber por distribuição.
FINALIDADE:	**CITAÇÃO da Construtora Norberto ODEBRECHT**, pessoa jurídica de direito privado, CNPJ/MF 15.102.288/0001-82, na pessoa de seu representante legal, localizada na SAS Qd. 5, Bl. N, 9° andar, Edifício OAB, CEP: 70438-900, Brasília/DF, **para, querendo, responder, no prazo legal, a presente Ação Civil Pública,** bem como **INTIME-SE para ciência e cumprimento do inteiro teor da decisão de fls. 138/140.**
ANEXO:	Cópia da petição inicial, documentos e da decisão supracitada.

Altamira/PA, 09 de junho de 2009.

Antonio Carlos Almeida Campelo
Juiz Federal

1. Cumpra-se servindo esta de mandado.
2. Após, devolva-se ao Juízo deprecante.
Em 24/08/2009

Recebi
em 31/08/09

Construtora Norberto Odebrecht S/A.
Pio Baiardi Neto
Adm. Esc. Brasília

1446

PODER JUDICIÁRIO – JUSTIÇA FEDERAL
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO DISTRITO FEDERAL

Processo nº 2009.34.00.020435-2

CERTIDÃO

Certifico e dou fé que, em cumprimento ao r. mandado extraído dos autos do processo acima mencionado, dirigi-me ao ***SAS Quadra 05, Bloco "N", 9º andar, Brasília/DF***, aos ***31/08/2009 (17h05min)***, onde ***PROCEDI À CITAÇÃO E INTIMAÇÃO*** da CONSTRUTORA NORBERTO ODEBRECHT S/A, na pessoa de seu Representante Legal, Sr. Pio Baiardi Neto, para ciência dos termos da presente ordem. Tendo tomado ciência ***do inteiro teor deste mandado***, e, tendo recebido cópia do mesmo, juntamente com a contrafé e documentação que a acompanhava, o mencionado Representante Legal da Construtora Norberto Odebrecht S/A exarou nota de ciente e recibo neste original. Devolvo o mandado à Secretaria para as providências cabíveis. ***Brasília/DF, 03 de setembro de 2009.*** ________ ***Stefânia Lopes Pereira Guimarães*** – Oficiala de Justiça Avaliadora – Matrícula 12.835.

Justiça Federal
Subseção de Altamira
Fls. 1447

PODER JUDICIÁRIO PCTT:92.100.10
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

JUNTADA DE CARTA PRECATÓRIA

ORIGEM: SEÇÃO JUDICIARIA DE SANTARÉM/PA

CUMPRIMENTO: (X) SIM
( ) NÃO
( ) PARCIALMENTE
( ) PENDENTE DE:

FOLHAS:04.

Altamira/PA, 17/12/2009.

Daniela R. dos Santos
Daniela Ribeiro dos Santos
Estagiária. Mat:430es

Justiça Federal
Subseção de Altamira
Fls. ______

2009.39.02.000776-6

PODER JUDICIÁRIO
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

URGENTE

Fls. 1449

CARTA PRECATÓRIA

(Nº 115 /2009 – SEPOD-CIV)

PRAZO: **30 dias**
PROCESSO Nº: **2009.39.03.000326-2 - Ação Civil Pública**
AUTOR: **MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL**
RÉU: **CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S/A ELETROBRÁS E OUTROS**

DEPRECANTE: Juízo Federal da Vara Única da Subseção Judiciária de Altamira/PA.
DEPRECADO: Juízo Federal da Vara Única da Subseção Judiciária de Santarém/PA.

FINALIDADE: **CITAÇÃO do INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA**, na pessoa de seu Procurador Federal, com endereço à Av. Tapajós, nº 2267, bairro Laguinho, CEP: 68040-000, Santarém/PA, **para, querendo, responder, no prazo legal, a presente Ação Civil Pública,** bem como **INTIME-SE para ciência e cumprimento do inteiro teor da decisão de fls. 138/140.**

ANEXO: Cópia da petição inicial, documentos e da decisão supracitada.

Altamira/PA, 09 de junho de 2009.

Antonio Carlos Almeida Campelo
Juiz Federal

Recebido em 30/06/2009 às 15:35 hs.

Jefferson Ferreira Rodrigues
Procurador Federal - Mat. 1375324

SEDE: Av. Tancredo Neves, 100, Bairro Premem, Altamira/PA, CEP: 68.372-060.
Telefones (93) 35152920, 35152597 ou 3515-2422. E-mail: 01vara.atm@pa.trf1.gov.br

PODER JUDICIÁRIO PCTT:
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

SEÇÃO JUDICIÁRIA DO PARÁ
EM
BRANCO
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA-PA
JUSTITIA SOCIETATIS FUNDAMENTUM

EXCELENTÍSSIMO SR. DR. JUIZ FEDERAL DA SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA-PA.

PROCESSO Nº 2009.39.03.0000326-2

NORIKO ALVES SHIMON, advogada inscrita na OAB/PA sob o nº 10.808, vem, respeitosamente, perante V. Exa. requerer **Certidão Narrativa** especificando as datas de intimações e citações dos requeridos na **Ação Civil Pública Ambiental com Requerimento de Medida Liminar** *proposta pelo* **Ministério Público Federal** em desfavor de **Centrais Elétrica Brasileiras S/A – ELETROBRAS e Outras.**

São os termos em que,

Pede e Espera Deferimento.

Altamira-PA, 21 de janeiro de 2010.

NORIKO ALVES SHIMON
OAB/PA 10.808

MINISTÉRIO DA FAZENDA **Secretaria da Receita Federal** Documento de Arrecadação de Receitas Federais **DARF**	02 Período de Apuração	25/01/2010
	03 Número do CPF ou CNPJ	59798718291
	04 Código da Receita	5762
01 Nome/Telefone NORIKO ALVES SHIMON (93)-35153122	05 Número de Referência	200939030003262
	06 Data de Vencimento	25/01/2010
Atenção *É vedado o recolhimento de tributos e contribuições* administrados pela Secretaria da Receita Federal cujo valor total seja inferior a R$ 10,00. Ocorrendo tal situação, adicione esse valor ao tributo/contribuição de mesmo código de períodos subseqüentes, até que o total seja igual ou superior a R$ 10,00.	07 Valor do Principal	0,42
	08 Valor da Multa	0,00
	09 Valor dos Juros e/ou Encargos DL - 1.025/69	0,00
	10 Valor Total	0,42
	11 Autenticação	

Tribunal Regional Federal da 1ª Região - CNPJ 03658507/0001-25 - Aprovado pela IN/SRF nº 081/1996

-----Imprimir DARF-----

25/01/2010 - BANCO DO BRASIL - 11:43:12
365572862 0187
COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE DARF/DARF SIMPLES

CLIENTE: IGOR FARIA FONSECA
AGENCIA: 3656-0 CONTA: 12.313-7

AGENTE ARRECADADOR
CNC 001 - 3656 - AGENCIA AVENIDA I-7 GO
CODIGO DE BARRAS

DATA DO PAGAMENTO	25/01/2010
PERIODO DE APURACAO	25/01/2010
NUMERO DO CPF	597.987.182 91
CODIGO DA RECEITA	5762
NUMERO DE REFERENCIA	200.939.030.003.262
DATA DO VENCIMENTO	25/01/2010
RECEITA BRUTA ACUMULADA	
PERCENTUAL	
VALOR DO PRINCIPAL	0,42
VALOR DA MULTA	
VALOR DOS JUROS	
VALOR TOTAL	0,42

NR. AUTENTICACAO 8.81B.D7C.66A.CC3.B8E

Modelo Aprovado pela SRF - ADE
Conjunto Corat/Cotec n. 001 DE 2006

mesmo código de períodos subseqüentes, até que o total seja igual ou superior a R$ 10,00.

10 Valor Total 0,42

11 Autenticação

Tribunal Regional Federal da 1ª Região - CNPJ 03658507/0001-25 - Aprovado pela IN/SRF nº 081/1996

PODER JUDICIÁRIO
JUSTIÇA FEDERAL DE PRIMEIRO GRAU
SEÇÃO JUDICIÁRIA DO ESTADO DO PARÁ
SUBSEÇÃO JUDICIÁRIA DE ALTAMIRA

PCTT:

PROCESSO N°: 2009.39.03.000326-2

TERMO DE ENCERRAMENTO DE VOLUME DE AUTOS

Aos 25 dias do mês de janeiro de 2010, procedi ao encerramento do 6º volume destes autos, à folha 1.451. Dou fé.

Ana Paula Batista Marinho
Analista Judiciária – mat. 483-03